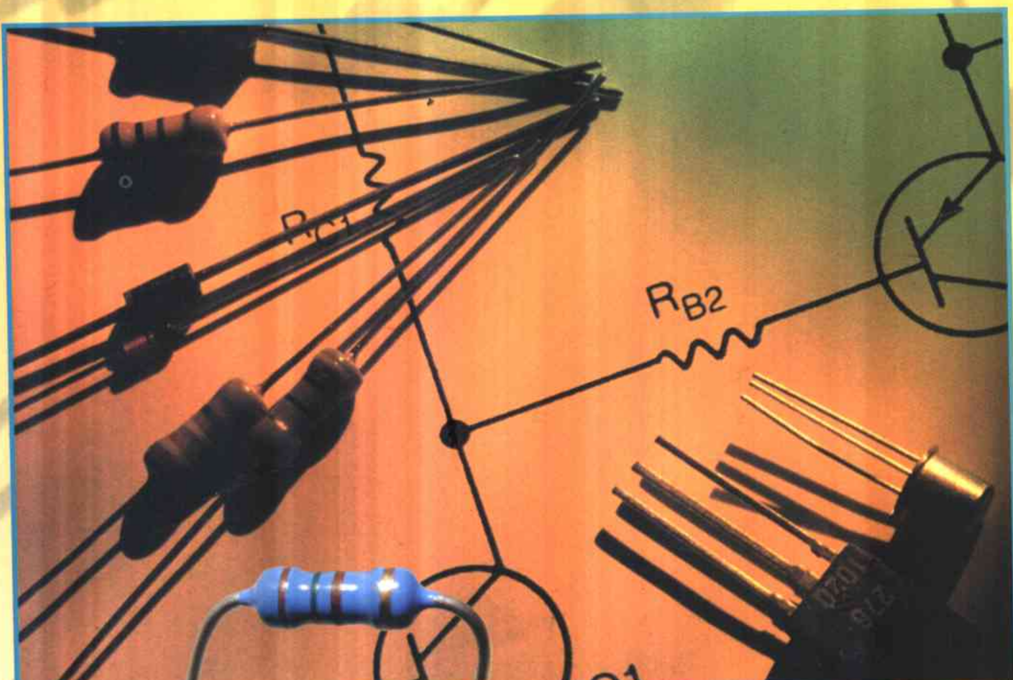
انتشارات چرتکه

رابرت. ج. تریستر ـ آنا. ل. لیسک

راهنمای خواندن
نقشه‌های الکترونیکی

ترجمه:

اسماعیل روح‌الهی



رابرت. ج. تریستر ـ آنا. ل. لیسک

راهنمای خواندن نقشه‌های الکترونیکی

مترجم:

اسماعیل روح‌الهی

سرشناسه : تریستر، رابرت ج.
.Traister, Robert J
لیسک، آنا ال.
.Lisk, Anna L
عنوان و نام پدیدآور : راهنمای خواندن نقشه‌های الکترونیکی/ رابرت.ج تریستر ، آنا.ل لیسک؛ مترجم اسماعیل روح‌الهی.
مشخصات نشر : تهران: چرتکه، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری : ۱۲۸ص.: مصور ، نمودار.
شابک : ۳۲۰۰۰ ریال: 978-964-6463-51-6
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : عنوان اصلی:
Beginner’s guide to reading schematics, c۱۹۹۱.
موضوع : الکترونیک -- جدولها و نمودارها
شناسه افزوده : روح‌الهی، اسماعیل، ۱۳۵۸ - ، مترجم
رده بندی کنگره : ۱۳۹۰ ۲ر۴ت/TK۷۸۶۶
رده بندی دیویی : ۶۲۱/۳۸۱
شماره کتابشناسی ملی : ۲۲۹۶۹۶۰

انتشارات چرتکه

نام کتاب	راهنمای خواندن نقشه‌های الکترونیکی
ناشر	انتشارات چرتکه
مؤلفین	رابرت. ج. تریستر - آنا. ل. لیسک
مترجم	مهندس اسماعیل روح‌الهی
صفحه‌آرایی	هفت‌رنگ گرافیک (ندا نعمت‌زاد)
لیتوگرافی	رامین
نوبت چاپ	اول - بهار ۱۳۹۰
چاپ و صحافی	آسه
ناظر فنی چاپ	محسن پورحسین
تیراژ	۱۰۰۰ جلد
بها	۳۲۰۰ تومان
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۶۴۶۳-۵۱-۶

مراکز پخش:

۱ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، کتابفروشی هنر.
تلفن: ۶۶۴۹۲۲۴۲

۲ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، ساختمان جیبی، پلاک ۱۳۳۲، کتابفروشی عصر دانش.
تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱

این کتاب ترجمه‌ای است از:

Beginner's Guide to

Reading Schematics

2nd Edition

Robert J. Traister
Anna L. Lisk

pbk 22 23 24 25 26 27 28 29 30 FGR/FGR 0 9
hc 3 4 5 6 7 8 9 10 FGR/FGR 9 9 9 8 6 5 4 3 2

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Traister, Robert J.
Beginner's guide to reading schematics / by Robert J. Traister and Anna L. Lisk.
p. cm.
Includes index.
ISBN 0-8306-7632-5 (p) ISBN 0-8306-8632-0
1. Electronics—Charts, diagrams, etc. I. Lisk, Anna L.
II. Title.
TK7866.T7 1991
621.381—dc20 91-265
CIP

Acquisitions Editor: Roland S. Phelps
Technical Editor: Andrew Yoder
Book Design: Jaclyn J. Boone
Director of Production: Katherine G. Brown
Cover photograph: Susan Riley, Harrisonburg, Va.

مسئولیت صحت برگردان فارسی، به عهده‌ی مترجم است.

فهرست

پیشگفتار ۷

تقدیم ۹

فصل اول

طبقه‌بندی نمودارهای الکترونیک ۱۱

نمودارهای بلوکی ۱۲

نقشه‌های شماتیک ۱۳

فصل دوم

بلوک دیاگرام‌ها (نمودارهای بلوکی) ۲۱

عملکرد ۲۲

خلاصه فصل ۳۱

فصل سوم

علائم شماتیکی ۳۳

مقاومت‌ها ۳۴

خازن‌ها ۳۷

سلف‌ها ۴۰

ترانس‌ها ۴۳

کلیدها ۴۴

سیم‌های هادی و کابل‌ها ۴۷

قطعات حالت جامد ۴۹

لامپ‌های خلاء ۵۲

باتری‌ها ۵۴

دیگر نشانه‌های شماتیکی ۵۵

خلاصه فصل ۵۵

فصل چهارم

مدارهای ساده الکترونیک ۵۷

آغاز کار ۵۸

کاربرد نقشه‌های شماتیک در عیب یابی ۶۸

انواع دیگر تخصیص نام ۷۲

ترکیب نمودار شماتیک و دیاگرام ۷۳

خلاصه فصل ۷۵

فصل پنجم

ترکیب مدارهای ساده ۷۷

تحلیل شماتیک‌های بزرگ ۸۱

آشنائی بیشتر با شماتیک‌های پیچیده ۸۹

خلاصه فصل ۹۴

فصل ششم

نمودارهای تصویری ۹۷

مدل‌های قطعه چینی (مارکاژ) ۹۸

طرح‌های سه بعدی ۱۰۷

خلاصه فصل ۱۰۸

پیوست ۱

نشانه‌های شماتیکی ۱۰۹

پیوست ۲

رمز یا کُد رنگی مقاومت‌ها ۱۲۵

پیشگفتار

امروزه با توسـعه و پیشرفت علوم پایه و بکارگیری رایانه‌ها در امر طراحی و ساخت مدارهای الکترونیکی ، لزوم یادگیری مباحث اولیه الکترونیک بیشـتر از قبل احسـاس می‌شـود. در کتاب حاضـر بر آن شـده‌ایم تا مقدمه‌ای بـر یکی از اصول اولیه الکترونیک که بعد از شـناخت قطعات اهمیت بسزایی دارد، بنویسیم. در این کتاب، ابتدا در مورد انواع نقشه‌ها و نمودارهای الکترونیکی بحث می‌شود که سه نوع اصلی آن یعنی نمودارهای بلوکی ،نقشه های شماتیک و تصاویر قطعه چینی در فصول بعد به شـکل مفصل مورد بررسی قرار می‌گیرند. سعی بر این بوده که با استفاده از مثالهای مختلف، یادگیری مطالب را آسان نماییم. در آخر کتاب نیز کلیه علائم شماتیک جهت سهولت دسترسی، قرار داده شده است.این کتاب برای دانش‌آموزان، دانشجویان و علاقه‌مندان رشته الکترونیک و جهت تعمیرکاران وسایل الکترونیکی مفید می‌باشد.

تقدیم به همسر دلسوز و مهربانم
که با صبر و متانت مرا در طول ترجمه این اثر یاری نمودند

و

با تشکر از مهندس علی حسینی‌منش
بابت کمک‌های بی‌دریغشان در حین ترجمه کتاب

و

سرکارخانم اخوان
که زحمت تایپ و ویراستاری مطالب را بعهده داشتند



طبقه‌بندی نمودارهای الکترونیک

در الکترونیک سه نوع نمودار بنیادی وجود دارد:

بلوکی

شماتیکی

تصاویر قطعه چینی (مارکاژها)

در این کتاب به هرکدام از این مدل‌ها به صورت جداگانه پرداخته می‌شود.

جهت درک کامل یک مدار یا دستگاه الکترونیکی با استفاده از نقشه‌های الکترونیکی آن، معمول‌ترین روش جهت پیشبرد این امر به ترتیب زیر می‌باشد:

بلوک دیاگرام‌ها یک دید اجمالی در مورد نحوه تعامل مدارهای اصلی در درون دستگاه به ما می‌دهند. هر عملکرد با یک بلوک (به شکل مربع یا دیگر اشکال با توجه به نوع کارکرد) نمایش داده می‌شود و خطوط یا فلش‌های اتصال دهنده، ارتباط بین آنها را معلوم می‌کند.

دومین نوع مهم، نقشه (نمودار) شماتیک است. نقشه‌های شماتیک شامل کلیه قطعات تشکیل دهنده مدار هستند که به وسیله علائم و نمادهای مختلف نمایش داده می‌شوند.

این علائم و چگونگی ارتباط آنها با یکدیگر بخش زیادی از این کتاب را به خود اختصاص داده است.

تصویر قطعه چینی (مارکاژ)، که گاهی اوقات نمودار چیدمان یا لی‌اوت گفته می‌شود، ارتباط

فیزیکی و نحوه چینش و قرارگیری قطعات مدار را نشان می‌دهد تا یافتن محل قطعات جهت تست یا تعویض آن‌ها به راحتی صورت پذیرد.

بنا براین شما هنگام عیب یابی یک مدار جدید الکترونیک ابتدا بایستی با بلوک دیاگرام نمودار بلوکی شروع کنید تا متوجه شوید ایراد احتمالی از کجا سرچشمه می‌گیرد.

نمودارهای بلوکی

استفاده از نمودارهای بلوکی به همراه نقشه‌های شماتیک ما را در شتاب دادن به فرآیند عیب یابی یاری می‌دهند. هر بلوک نمایانگر همه علائم شماتیکی آن قسمت از مدار بوده و آن را به شکل یک بلوک نمایش می‌دهد.

هر بلوک بعنوان نماینده همه علائم شماتیکی وابسته به هر بخش مخصوصی به خود در مدار در نظر گرفته می‌شود.

هر بلوک با توصیف مداری که نماینده آن است نام گذاری می‌گردد. نمودار بلوکی نمی‌تواند توضیحی راجع به اجزاء تشکیل دهنده مدار مربوطه به ما بدهد در عوض آنها وظیفه محور هستند. آنها بیشتر از اصل قطعات، عملکرد مدار را شرح می‌دهند. زمانیکه شما یک درک اولیه از عملکرد مدارهای اصلی از طریق بلوک دیاگرام داشته باشید، می‌توانید از شماتیک جهت جزئیات سودمند (ریزه کاری‌های عملی) بهره ببرید، و در نهایت جهت ساخت یا عیب یابی آنها استفاده نمایید.

جهت درک بهتر کارکرد بلوک دیاگرام‌ها به مثال‌های زیر توجه کنید:

فرض کنید می‌خواهید مداری طراحی کنید: شما می‌توانید موضوع را با یک بلوک دیاگرامی که کلیه بخش‌های مورد نیاز پروژه را به فرم بلوک نمایش می‌دهد شروع کنید.

از این طریق شما می‌توانید نهایتاً هر بلوک را به نقشه شماتیک تبدیل کنید. شما شماتیک کاملی را طراحی کرده‌اید که جانشین تمام بلوک‌ها شده است.

روش دوم به گونه‌ای دیگر است. بعنوان مثال: در نظر بگیرید یک نقشه شماتیک پیچیده در اختیار دارید که تلاش می کنید عیب یابی نمایید. با قطعات نشان داده شده در نقشه، به سختی می‌توان محل عیب را مشخص نمود، بلوک دیاگرام، دید روشن‌تری برای درک ارتباط عملکردهای مدار با یکدیگر را به ما می‌دهد. هنگامیکه محل ایراد احتمالی مشخص شد شما می‌توانید برای جزئیات بیشتر به نقشه شماتیک مراجعه کنید. در فصل دوم، مبحث بلوک دیاگرام‌ها به طور کامل شرح داده می‌شود.

نقشه‌های شماتیک

نمودار شماتیک، نقشه یک مدار الکترونیکی است که هر قطعه و ارتباط آنها را نشان می‌دهد.

بر طبق فرهنگ لغت وبستر، شماتیک یعنی «وابسته به طرح نموداری». بنابراین هر دیاگرامی که یک طرح را توصیف می‌کند خواه در الکترونیک، برق، پزشکی یا هر رشته‌ای دیگر باشد، می‌توان به عنوان طرح‌های شماتیک دسته بندی نمود.

اغلب مردم هر روزه به طرح‌های شماتیک مراجعه می‌نمایند تا تصویر کاملی از طرح را از دریچه دید محدودشان بدست آورند. این روش به آنها در درک کلی طرح‌ها کمک می‌کند.

رایج‌ترین نقشه‌های شماتیک توسط افرادی که رانندگی می‌کنند، استفاده می‌شود. نقشه جاده‌ها، یک مدل از نمایش دیاگراماتیک (نموداری) یک طرح کامل هستند.

یک طرح ممکن است شامل مسیرهای تردد بین فواصل کم، بین استان‌ها و حتی بین چند ایالت باشد. به مانند نمودار شماتیکی یک مدار الکترونیک، نقشه جاده‌ها، همه قطعات و اجزاء مربوط به یک آدرس و مسیر مسافرتی و ارتباط آنها را نشان می‌دهد. رانندگان طرح‌های خاص خودشان را ایجاد می‌کنند که بخش کوچکی از طرح کلی نقشه جاده‌ها را شامل می‌شوند. همین‌طور نمودارهای شماتیک الکترونیکی می‌توانند همه طرح را نشان داده و به متخصصان اجازه می‌دهد تا بخشی از آن را با طرح‌های ذهنی خود مقایسه کنند. در قیاس طرح‌های شماتیک در الکترونیک با نقشه جاده‌ها، فرض کنید می‌خواهیم با استفاده از اتومبیل از نقطه A به نقطه B مسافرت کنیم. نقشه راه، کلیه شهرها و حومه آنها که ما بین دو نقطه وجود دارند را نمایش می‌دهد. بطور مشابه در یک مدار الکترونیک نیز، یک طرح شماتیک، تمام قطعات بین دو نقطه A و B را نمایش می‌دهد. هرچند هر دو نمونه طرح شماتیک چیزهای بیشتری را برای ما مشخص می‌کنند.

اینکه ما اسم شهرها و روستاهای بین دو نقطه را بدانیم کافی نیست تا به یک ایده کلی از طرح برسیم. در واقع ما می‌توانیم نام این مکان‌ها را یادداشت کنیم تا نیازی نباشد هر بار به این نقشه‌ها مراجعه کنیم. از دیدگاه الکترونیک، ما همین کار را می‌توانیم انجام دهیم. یعنی یک لیست از قطعاتی که بخش خاصی از مدار را ایجاد می‌کنند تهیه کنیم. به طور مثال:

- مقاومت ۱۲۰ اهم
- مقاومت ۱۰۰۰ اهم
- ترانزیستور pnp
- خازن ۰/۴۷ µF
- ۲ فوت سیم معمولی

- باطری 1.5V
- سوئیچ (کلید)

اکنون سوال اینست که آیا این لیست در مورد مدار چیزی به ما می‌گوید؟

نه زیاد. ما در مورد قطعات تشکیل دهنده مدار اطلاعات داریم ولی متأسفانه نمی‌دانیم این قطعات چه ساختاری را شکل می‌دهند.

هر طرح شماتیک علاوه بر اینکه باید کلیه قطعات تشکیل دهنده را مشخص نماید، همچنین باید چگونگی ارتباط آنها را نیز معین کند. یک نقشه جاده شهرها و روستاهای مختلف و دیگر اجزاء، آنها را با خطوطی به هم متصل می‌نماید که بیانگر خیابان‌ها و بزرگراه‌ها هستند. خطوطی که یک خیابان فرعی را مشخص می‌کند با خطوطی که یک بزرگراه چهار بانده را نمایش می‌دهد، متفاوت است. با کمی تمرین می‌توانیم بگوییم که کدام خط، چه جاده‌ای را نشان می‌دهد. به طور مشابه، در یک طرح شماتیک الکترونیکی، از خطوط جهت نمایش یک هادی استاندارد مسیر جریان استفاده می‌شود و از دیگر مدل‌ها جهت نمایش کابل‌ها استفاده می‌شود. در هر دو نمونه، هنگامیکه خطوط ارتباطی به نقشه اضافه می‌گردد ارتباط بین اجزاء متصل به همدیگر به خوبی شکل می‌گیرد، همچنین ارتباط فیزیکی بین اجزاء یک نقشه راه، به خوبی همه چیز را به ما می‌گوید. در مورد نمودارهای الکترونیک، این ارتباط به شکل واقعی وجود ندارد اما مسیر جریان را در مدار به خوبی به نمایش می‌گذارد.

علائم (نمادها)

حال لازم است به شرح چگونگی نمایش طرح‌های یک سیستم از طریق مدارهای شماتیک بپردازیم. این امر از طریق نمادها (سمبل‌ها) صورت می‌پذیرد. خطوطی که جاده‌ها (مسیر راه) را مشخص می‌کنند نماد هستند. نمادها در تقابل با طرح‌های قطعه‌چینی استفاده می‌شوند. یک خط سیاه رنگ که ممکن است جاده شماره ۵۲۲ را مشخص کند به هیچ وجه شبیه ظاهر واقعی آن بزرگراه نیست. برای ما کافیست بدانیم این خط سیاه نمایانگر جاده شماره ۵۲۲ است. ما شکل واقعی آن را در ذهنمان مجسم می‌کنیم. اگر قرار بود یک نقشه قطعه چینی (مارکاژ) از این مسیر تهیه کنیم نقشه راه صدها برابر بزرگ‌تر می‌شد و خیلی وقت‌گیر بود.

این مطلب در مورد شهرها، روستاها، ریل‌های قطار، فرودگاه‌ها و هزاران خصیصه دیگر که در یک نقشه استاندارد موجود است، صدق می‌کند. شما آنها را نمی‌توانید به شکل تصویری به حالتی که قابل استفاده باشد، نمایش دهید.

در عوض این اجزاء از طریق علائم و نمادها نمایش داده می‌شوند. یک راهنمای علائم از نقشه تهیه می‌گردد که به زبان ساده، معنی هر کدام از علائم را شرح می‌دهد.

اگر شکل یک هواپیمای کوچک بر روی نقشه کشیده شود، آن، بیانگر فرودگاه در دنیای

واقعی است. پس هر موقع با یک علامت هواپیما مواجه شدیم، متوجه می‌شویم که در آن ناحیه یـک فـرودگاه وجود دارد. بعلاوه، ما از یک طرح کوچک، یک فـرودگاه را در ذهنمان به تصویر می‌کشیم.

در این نمونه خاص، نمادسـازی به وسـیله یک شـیء، جهت توصیف شکل فیزیکی اجسام (ماننـد هواپیمای مینیاتوری) بـه منظور نمایش موثر، صورت می‌گیـرد. در حالت‌های خاصی، ساختار (شکل) نماد، کمتر اهمیت پیدا می‌کند.

با وجود این، یک نقشـه راه (راهنمای جاده) بایسـتی شامل تعداد زیادی نماد مختلف باشد. هر کدام معمولاً با اسـتفاده از تفکر مهندسـی به گونه‌ای طراحی می‌گردند تا برای ذهن انسـان معقول به نظر برسند. بعنوان نمونه، هنگامیکه شما یک شکل هواپیمای مینیاتوری (کوچک) را بر روی نقشه راه‌ها می‌بینید، ذهن شما به این سمت سوق پیدا می‌کند که این ناحیه با هواپیماها سـروکار دارد بنابراین، شـرح جزئیات، غیر ضروری به نظر می‌رسد. از سوی دیگر اگر شما یک قوطی نوشیدنی را بجای این نماد استفاده کنید، کسی که اصلاً راهنمای نقشه را مطالعه نکرده، ذهنـش بـه فرودگاه خطور نمی‌کند. بـا توجه به اینکه جهت نمایش اجسـام از نمادهای مختلف می‌توان استفاده نمود، ضروری است که انتخاب نماد بر حسب منطق و دلیل قابل قبولی باشد.

این پدیده به ویژه در نقشه‌های الکترونیکی صدق می‌کند. چرا که ممکن است شکل واقعی قطعات از تولید کننده‌ای به تولید کننده دیگر خیلی با هم متفاوت باشند. در طول سالیان متمادی مبحث نمادسـازی از منطق خاصی تبعیت نموده اسـت که امروزه نیز از آن استفاده می‌گردد. به طور مثال، از یک دایره، جهت نمایش لامپ خلأ استفاده می‌شود. علائم دیگری که داخل دایره اسـتفاده می‌گردد نمایانگر الکترودهای لامپ می‌باشـد. لامپ یک قطعه اکتیو اسـت که قادر به تولید یک خروجی تقویت شده به نسبت سیگنال ورودی می‌باشد. همانطور، در مورد ترانزیستور می‌توان گفت، که سال‌ها بعد از لامپ‌های خلأ ظهور کردند.

از آن زمان تاکنون، یک دایره با علائمی به عنوان الکترودهای آن، برای سالیان سال جهت نمایش لامپ خلأ اسـتفاده شده است. سـپس ترانزیستورها به عنوان عناصر اکتیو ظهور کرده و جایگزین لامپ‌های خلأ شـدند و به خاطر آن، نماد شـماتیکی ترانزیسـتور با یک دایره شـروع می‌شود. همچنین، علامت الکترود در داخل این دایره، مثل سابق وارد شد. اما نماد ترانزیستور با نماد لامپ خلأ متفاوت بود.

بنابراین دو نوع قطعه به راحتی قابل شناسـایی شـدند. نماد دایـره منطق این مطلب را پایه گذاری می‌کند.

ترانزیسـتور و لامپ خلأ در مدارهای الکترونیک وظایف مشابهی را ایفا می‌کنند. بنابراین از لحاظ علامت در مدار نیز، شبیه به همدیگر هستند.

شـاید توسعه نمادی که از نشانهٔ لامپ‌های خلأ ؛ که از دهه‌های متمادی استفاده می‌شده ؛

استخراج شود، منطقی به نظر نرسد.

یک تناقض آشکار وجود دارد. گاهی اوقات دایره‌ها بخشی از یک نماد الکتریکی هستند که نمایانگر قطعه حالت جامد هستند ولی از لحاظ نمادی معادل ترانزیستور و لامپ خلأ نیستند. بعنوان مثال: یک دیود زنر اغلب با یک دایره و نماد مخصوص دیود در وسط آن نمایش داده می‌شود. یک دیود زنر، ترانزیستور نبوده و علامت الکترود در مرکز آن به طور آشکار مشخص می‌کند که قطعه مزبور یک ترانزیستور نیست.

خوشبختانه، امروزه علائم دایره‌ای جهت نمایش لامپ‌های خلأ و انواع دیگر قطعات حالت جامد، استفاده می‌شوند.

فصل سوم در مورد نحوه نمایش شماتیکی قطعات مختلف بحث می‌کند و طریقه نمایش و رسم آنها را شرح می‌دهد.

اتصالات

جهت تفصیل بیشتر در نحوه استفاده از نمودارهای شماتیکی، قطعه‌ای مانند ترانزیستور PNP را در نظر بگیرید. این قطعه سه الکترود دارد. هرچند نمونه‌های مختلفی از ترانزیستورهای PNP وجود دارد، اما همه آنها به یک شکل نمادگذاری می‌شوند. یادآوری می‌کنم هزاران مدار مختلف وجود دارند که یک ترانزیستور PNP را می‌توان در آن‌ها قرار داد.

نقشه‌های شماتیک بایستی نحوه اتصال ترانزیستور به مدار و قطعات متصل به آن و مدارهای وابسته را به نمایش بگذارند.

بعنوان مثال، یک ترانزیستور می‌تواند به عنوان یک سوئیچ نیمه‌هادی، یک تقویت‌کننده یا تطبیق دهندهٔ امپدانس و غیره استفاده شود. یک مدل ترانزیستور می‌تواند جهت همه این اهداف بکار رود.

بنابراین، اگر یک ترانزیستور در یک مدار بعنوان تقویت‌کننده استفاده شود، شما نمی‌توانید بگویید که این ترانزیستور فقط به عنوان تقویت‌کننده استفاده شده است. در حقیقت شما می‌توانید این ترانزیستور را از مدار تقویت‌کننده خارج کرده و در یک مدار دیگر قرار داده و به عنوان سوئیچ نیمه‌هادی از آن استفاده نمایید.

با دانستن نوع قطعات به تنهایی نمی‌توانید نحوه کارکرد آن‌ها در مدار را بفهمید تا زمانیکه یک دید کلی از اتصالات و ارتباطات داخلی مدار پیدا کنید. این مطلب فقط با آزمایش کردن مدارهای واقعی محقق می‌گردد. شما به یک نقشه راه (نقشه شماتیک)، نیاز دارید تا به شما همه ارتباطاتی که باعث تشکیل مدار می‌شوند را، نشان دهد.

وجود یک نقشه شماتیک الزامیست به خاطر اینکه مغز انسان توانایی حفظ و نگهداری کلیه اطلاعات ورودی که از طریق چشم به هنگام اسکن مدار واقعی بدست می‌آید را، ندارد.

بعنوان مثال واقعی از زندگی روزمره، فرض کنیم شما در حال رانندگی از واشنگتن DC به لس‌آنجلس هستید.

حتی با فرض اینکه شما چندین بار قبلاً این مسیر را آزموده باشید، باید خوش شانس باشید تا بتوانید تمام مسیر و شهرهای کوچک و بزرگی را که از آن گذر کرده‌اید، به یاد آورید. اما یک نقشه راه یک تصویر کلی از کل سفر به شما می‌دهد. از آنجائیکه کلیه اطلاعات سفر در یک صفحه جمع آوری و نمایش داده می‌شود و در یک نگاه قابل پویش می‌باشد، نقشه راه به شما اجازه دسترسی کامل به مسیر را در مقابل بخشی از آن در یک زمان کوتاه می‌دهد. مشابه آن، نمودار شماتیکی، انجام یک سفر ما بین مدارهای الکترونیکی را میسر می‌کند.

دوباره استفاده از نقشه راه و یک سفر ساحلی را مثال می‌زنیم. فرض کنید شما همه مسیر را به خاطر سپرده‌اید.

همچنین فرض نمایید که مسیر اصلی مسافرت شما در حال تعمیر بوده و ضروری است که از مسیر جایگزین استفاده نمایید. بدون نقشه راه شما نمی‌توانید شاهراه‌ها را از هم تفکیک کرده و احتمالاً در مسیری قرار خواهید گرفت که نهایتاً شما را به مسیر اولیه‌تان باز می‌گرداند.

در یک مدار الکترونیکی، مسیرهای اصلی و فرعی زیادی وجود دارد. اگر بر حسب اتفاق، تعدادی از آنها قطع گردد و به بررسی و جستجو جهت شناسائی محل عیب و تصحیح آن نیاز باشد، ولو اینکه شما بتوانید کل مدار را در ذهن خود مجسم کنید (مانند آنچه که در واقعیت وجود دارد).، اما این ایده که چه تعداد از این همه مسیر مختلف ممکن است معیوب باشند، این کار را غیر ممکن می‌سازد. زمانیکه از تجسم مدار صحبت می‌کنیم منظور معادل شماتیکی آن نیست، بلکه از سیم کشی واقعی حرف می‌زنیم. نمودار شماتیکی، جهت ارائه یک تصویر کلی از مدار و ارتباط قطعات و مسیرهای مختلف به همدیگر، الزامیست.

هرگاه شما بتوانید یک دید کلی از مسیرهای مشخصی از مدار را بدست آورید، آنگاه به راحتی قادر خواهید بود محل عیب را شناسایی و تعمیر لازم را انجام دهید.

نماد شناسی

به سختی می‌توان توضیح داد که نمودار سازی شماتیکی چگونه کار خود را در الکترونیک آغاز نمود. بایستی به عنوان یک زبان، به نماد سازی نگاه کرد.

زبان چیست؟ سیستمی است متشکل از علائم و نمادها که جهت ارتباطات مورد استفاده قرار می‌گیرد. زبان انگلیسی یکی از نمادسازیهایی است که کاملاً با آن آشنا هستیم.

هر کلمه که در انگلیسی یا دیگر زبان‌های گویشی با آن صحبت می‌شود، ترکیبی است از تعدادی نماد (علائم) ساده که حرف یا عدد نامیده می‌شود.

بعنوان مثال: لغت «stop» به معنای توقف را تصور کنید. بدون یک راهنمای مرجع، این لغت

هیچ معنی نمی‌دهد.

البته از طریق یادگیری نمادها، کمی بعد از تولد، این کلمه شروع به معنی یافتن می‌کند.

زیرا کودکی که در حال یادگیری گفتار و شنوایی است می‌تواند کلمه «توقف» را از دیگر کلمات تمیز دهد. حتی می‌توانیم بگوییم کلمه «توقف» نمادشناسـی در نمادشناسی است. نیت ما از بیان این کلمه در ارتباطات، بیان عبارت «عدم انجام یک فرایند» بوده اسـت. این عبارت هرچند هنوز ترکیبی از نمادها می‌باشـد، اما یک تصویر ذهنی از آن عمل را به ما می‌دهد. اگر ما می‌توانستیم از طریق تله‌پاتی ارتباط برقرار کنیم، نماد سازی نیازی نبود. بعضی شاید با این مطلب کنار نیایند و بگویند که ما همه از طریق زبانمان تفکر می‌کنیم. زبان تبدیل به نماد شده است.

من معتقدم این مسـئله صحیح نیسـت. فرآیند تفکر خیلی سریع‌تر اتفاق می‌افتد و از انسانی به انسـان دیگر، فارغ از اینکه چه زبان یا زبان‌هایی را درک می‌کنند، یکسـان است. بعنوان یک نمونه: یک کودک تازه متولد شده، هیچ زبانی را صحبت یا درک نمی‌کند.

اگرچـه آن بچـه در آمریکا، آفریقا، آسـیا یـا هر جایی دیگر متولد شـده باشـد، این جریان اتفاق می‌افتد. کودک، گرسـنگی، درد، ترس و غیره را می‌شناسد. او به هیچ زبانی جهت تفسیر احتیاج ندارد. ضروری اسـت که دقیقاً، از آغاز، ارتباط برقرار کند. به همین دلیل همه نوزادان از طریـق یک زبان (اغلب گریه کردن) ارتباط برقرار می‌کنند. نوزادان به محض اینکه قادر باشـند محیط اطراف خود را از طریق ابزارهای حسـی بهینه شده (مانند چشم،گوش و...) تفسیر کنند، اطلاعات بیشـتری جمع‌آوری می‌کنند. سپس محیط پیرامونی، نقش مفسر نمادهای ارتباطی را بازی می‌کند (به کودک این اجازه را می‌دهد که نمادهای ارتباطی را تفسیر کند).

در اینجا، زبان‌های مختلف، با جوامع گوناگونی که نمادهای شفاهی مختلفی جهت بیان یک فرآیند ذهنی ساده یا پیچیده استفاده می‌کنند وارد عمل می‌شوند.

مغز انسـان هنوز همـان روند غیر زبانی گذشـته را با خود به همراه دارد زیـرا تفکر از طریق نمادها بسیار زمانگیر بوده و به فضای ذخیره سازی زیادی احتیاج دارد.

مغز این اجازه را به انسان می‌دهد که افکار پیچیده را به یک زبان تبدیل کنند.

هنگامیکـه یک کودک در مقابل اتومبیلی که به سـرعت در حال حرکت اسـت، قرار بگیرد، اگر مغز مجبور باشـد با لغات «اتومبیل، سـرعت، مرگ، کودک» سر و کار داشته باشد، پس نسل انسان، بخش عمده‌ای از زندگی خود را صرف انتخاب صحیح لغات و فرایندها می‌نماید.

مضاف بر این، مغز همه چیزهایی که از طریق سنسورهای بافتی در زمان واقعی (بلا درنگ) دریافت کرده را اسکن نموده و سپس همه را در یک نماد جمع می‌کند که قابلیت ارتباط را داشته باشد. این نماد، کلمه «توقف» است.

وقتـی این کلمه با کودک به واسـطه نمادها ارتباط برقرار کنـد، همزمان، یک فرآیند در مغز کودک اتفاق می‌افتد.

البته همه زبان‌ها شامل کلمات گویا نیستند.

همه ما در مورد زبان اشاره سرخپوست‌ها، که از دست و آرنج برای ارتباطات استفاده می‌کنند، چیزهائی شنیده‌ایم.

در نمونه‌های بسیاری، یک زبان ارتباطی کامل با نمادهای خاص، مؤثرتر از یک کلمه انشاء شده است.

این مطلب، تا اندازه‌ای، نتیجه روشی است که انسان کلمات را ادا می‌کند.

نماد «توقف» را دوباره استفاده می‌کنیم. می‌دانیم که این کلمه می‌تواند به روش‌های گوناگون ادا شود وبخودی خود معنی چیزی را می‌دهد. اما روش بیان، به معنای آن شدت می‌بخشد.

تـن صـدا، لحن و بلنـدی صدائی که کلمه با آن ادا می‌شـود، در معنای اولیـه کلمه، دخل و تصـرف می‌کنـد. گاهی اوقات به سـختی می‌توان فقط یک هم ارزی با معنـای خاص پیدا کرد. متدهای جهانی جهت اختصاص نمادهای ویژه استفاده می‌شود.

رنـگ قرمز برای بیشـتر ما بـه معنای خطر یا حداقل توجه فوری اسـت. اغلب، این رنگ به همراه نمادهای ویژه، جهت بیان کلمات استفاده می‌شود. تا جائیکه به طراحی نمادهای شماتیک مربوط می‌شـود، این زبان ویژه به علت طبیعت انسـانی ما به وجود آمد. سنسورهای حسی ما به همراه پردازشـگر مرکزی بدن (مغز)، نمی‌توانند کلیه اطلاعاتی که در یک مدار الکترونیک که با آن سروکار داریم را جمع آوری و به زبان قابل فهم ما ترجمه نمایند. بنابراین لازم است که در آن واحد، بخشی از اطلاعاتی را که دریافت می‌کنیم، به زبان نمادها و سپس به نقشه‌های شماتیک تبدیل کنیم. برای فهم آنچه که در کل مدار رخ داده، بایسـتی کل اطلاعات جمع آوری شـده را یکجا به گونه ای نمایش داد که کل مراحل شکل گیری مدار را بتوان درک نمود. این همان راهی اسـت که ما جهت ایجاد نقشه‌های شماتیک طی می‌کنیم. این روش شبیه به تمرین «نقطه-خط» است که در کتاب‌های کودکان وجود دارد. در ابتدا نقاط هیچ مفهومی ندارند اما هنگامیکه، خطوط طی مسـیرهایی خاص، بهم وصل می‌شوند، اشکالی به وجود می‌آیند. خود نقاط اهمیتی ندارند اما ارتباط و ترتیب اتصال آنها، مفهوم پیدا می‌کند.

اجـازه ندهیـد این مبحث در شـما ایـن فکر را بـه وجود آورد کـه نمودار شـماتیکی مبحث پیچیده‌ایست. این‌طور نیست. طرح‌های شماتیکی جهت ساده کردن کار تهیه شده‌اند. ما هر روز از نمادها استفاده می‌کنیم و این یک امر بدیهی است.

فصل اول این کتاب، بر اساس نمودار شماتیک و نمادها شروع شده و با مدارهای ساده ادامه پیدا می‌کند و در نهایت در مورد مدارهای پیچیده بحث می‌شود.

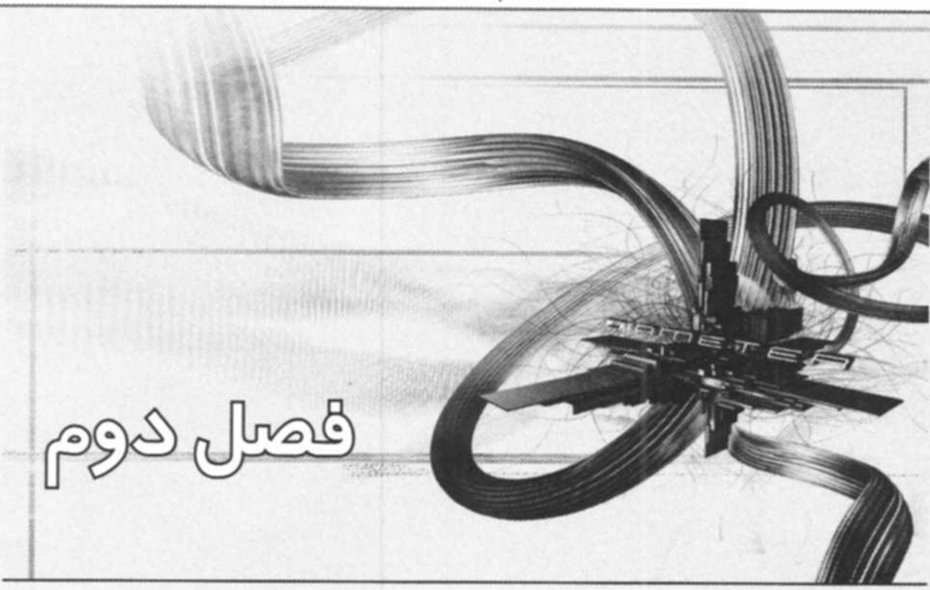
نمادها و نمودارهای شـماتیکی برای نوع بشـر طراحی شـده و به همین خاطر، علم انسان، مبنای تعیین اینکه یک نماد چه معنی می‌دهد، است. هر کس که قادر به خواندن و نوشتن باشد و ریاضی ساده بداند، می‌تواند طراحی نمودارهای شماتیکی را یاد بگیرد.

تصویر قطعه چینی

تشخیص تفاوت بین نمودارهای شماتیک و تصویر قطعه چینی یک گام مهم است.

نمودارهـای شـماتیکی، نمایش سـمبولیک مدارهـای الکترونیکی هسـتند و تصویر قطعه چینی، نمایش فیزیکی آن‌هاسـت. طرح‌های قطعه‌چینی، اندازه نسـبی واقعی قطعات را نشـان می‌دهند، درحالیکه نمودارهای شـماتیک، مدارها را با قطعات آنها، صرف‌نظر از شـکل و اندازه آن به نمایش می‌گذارند.

هنگامیکه بلوک دیاگرام‌ها و جزئیات شـماتیک‌ها را درک نمودید، این کتاب با توضیحی در مـورد اهمیت نمودارهای قطعه چینی در آنالیز، عیـب یابی و تعمیر مدارهای الکترونیکی، پایان می‌یابد.



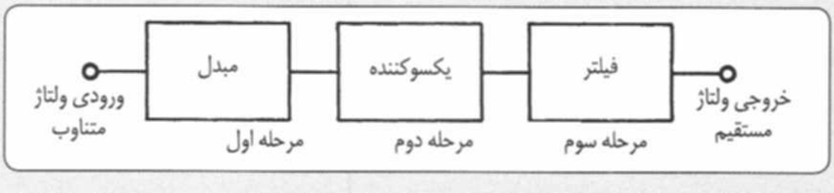
فصل دوم

بلوک دیاگرام‌ها (نمودارهای بلوکی)

همان‌طور که در فصل اول توضیح داده شد، نمودارهای بلوکی به ما کمک می‌کنند تا ساختار یک مدار الکترونیکی را نمایش دهند.

این نمودارها جهت نمایش یک نسخه ساده شده مدار، با تفکیک بخش‌های اصلی آن و ارتباط بین آنها، استفاده می‌شود.

شکل ۱-۲، یک بلوک دیاگرام ساده مبدل جریان متناوب به مستقیم(AC-TO-DC) را نشان می‌دهد. در سمت چپ، ترمینال ورودی است که سیگنال متناوب به آن وارد می‌شود. در ادامه، این سیگنال، از یک مبدل، یکسو ساز(Rectifier) و فیلتر، قبل از اینکه تبدیل به خروجی سیگنال مستقیم شود، عبور می‌کند. در این مورد، خطوطی که هر بلوک را به هم متصل می‌کنند، فلش ندارند زیرا فرض بر این است که فرآیند از چپ به راست صورت می‌گیرد. دلیل اصلی این



شکل ۱-۲. *بلوک دیاگرام ساده یک مبدل AC به DC. مسیر سیگنال از چپ به راست جریان دارد.*

فرض آن است که: ورودی در سمت چپ و خروجی در سمت راست قرار دارد. در نمودارهای خیلی پیچیده‌تر، استفاده از فلش‌ها، جهت تعیین کنش بلوک‌ها بین همدیگر نیاز است. این مدار بعداً در بحث شماتیک‌ها و تصاویر قطعه چینی، در فصول دیگر این کتاب نیز بحث می‌شوند.

عملکرد

بلوک دیاگرام‌ها به طرق مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند.

گاهی اوقات آنها جهت تعیین ارتباط بین بخش‌های مختلف یک دستگاه استفاده می‌شوند. وقتی به حالتی ترسیم شوند که در مثال قبل گفته شد، به آنها اغلب نمودارهای عملکردی (تابعی) گفته می‌شود، زیرا عملکرد اولیه یک مدار الکترونیکی را مشخص می‌کنند.

نمودارهای تابعی (عملکردی) به ما یک تفسیر ساده از عملکرد دستگاه می‌دهند و ما را به توضیحات بیشتر، که توسط نمودار شماتیک یک سیستم کامل مهیا شده، رهنمون می‌سازد.

از نمودارهای بلوکی در جاهای مختلفی استفاده می‌شود. اول از همه، کسانی که قصد دارند وارد مباحث نقشه‌های شماتیک شوند، و از طریق یک پیش طرح، مدارهای پیچیده الکترونیک را طراحی نمایند، می‌توانند با بلوک دیاگرام شروع کنند. این نمودار، کلیه قسمت‌هایی که جهت کارکرد کلی مدار نیاز است را به فرم بلوک نمایش می‌دهد.سپس طراح به دنبال جایگزین شماتیکی هر بلوک مدار مورد می‌رود. در بسیاری موارد، این مدارها بایستی جهت ترکیب با کل سیستم اصلاح و تعدیل گردند. اولین بلوک به نمودارشماتیکی مربوط تبدیل می‌گردد و طراح مدار شماتیک، از ابتدا تا انتهای بلوک‌ها را به همین ترتیب تبدیل می‌کند تا همان کارکرد را از لحاظ مداری بتوانند انجام دهند. به محضِ اینکه آخرین بلوک در شماتیک قرار داده شد، دستگاه تکمیل می‌گردد. سرانجام یک مدار کاملاً تئوریک که بر روی کاغذ طراحی گردیده را می‌توان به صورت شماتیک نهایی بجای کلیه بلوک‌ها قرار داد.

گونه دیگر جهت استفاده در نمودارهای بلوکی، کار کردن با یک نمودار شماتیک تکمیل شده می‌باشد. فرض کنید که شماتیک مدار خیلی پیچیده است و این مدار در دستگاهی بکار می‌رود که خراب شده است.

هرچند نقشه شماتیک درباره کارکرد هر یک از بخش‌های مدار الکترونیک توضیح می‌دهد، اما به اندازه یک نمودار بلوکی واضح نیست. پس تکنیسین‌ها با تلاش فراوان، هر بخش از مدار را شناسایی کرده و آنرا به شکل بلوکی رسم می‌کنند. هنگامیکه کار به پایان می‌رسد، این طرح دید روشن‌تری در مورد کارکرد هر بخش از مدار و ارتباط آن با دیگر بخش‌ها، به ما می‌دهد.

با استفاده از این شیوه، بخش یا بخش‌هایی از مدار که احتمال خرابی می‌رود، شناسایی می‌شوند.حال، به طرح شماتیک اولیه بازمی‌گردیم و تست بر روی ناحیه مشخص شده را انجام

می‌دهیم.

در عمل، اغلب شما با نمودارهای بلوکی مواجه می‌شوید، مخصوصاً زمانیکه طرح شماتیک به همراه دستگاه ارائه نشود. این نمودار به طور کلی جهت تشریح عملکرد اولیه یک مدار یا دستگاه استفاده می‌گردد. بلوک دیاگرام زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که یک بیان دقیق از وظایف مدار، نیاز نباشد. بطور مثال: ما می‌توانیم عملکرد نوع خاصی از فرستنده رادیویی (مدولاسیون دامنه، مدولاسیون فرکانس موج پیوسته و...) را به وسیله بلوک دیاگرام شرح دهیم. این نمودار می‌تواند جهت هر فرستنده رادیویی با طراحی اولیه یکسان بکار رود. در حال حاضر هیچ نوع فرستنده رادیویی که توسط سازندگان مختلف تولید می‌شوند، مشابه نیستند ولی همه آنها شامل مدارهای اولیه مشابه‌اند. یک مدل نوسان‌ساز (اسیلاتور) ممکن است با دیگری متفاوت باشد، اما همه آنها یک وظیفه را بعهده دارند. هنگامیکه تفاوت‌های خاصی را بخواهیم نمایش دهیم از طرح‌های شماتیک استفاده می‌کنیم.

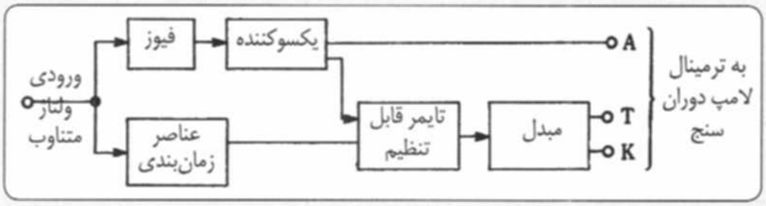
بلوک دیاگرام شکل ۲-۲ را مشاهده نمایید. این دیاگرام قسمت‌های مختلف یک مدار Strobe Light (لامپ دوران سنج) را به تصویر می‌کشد. مسیر سیگنال از چپ به راست است.

اجازه دهید بلوک به بلوک حرکت کنیم تا با کار آن آشنا شویم. بعداً در این کتاب، این مدار به صورت شماتیک و تصویر قطعه چینی نیز نمایش داده می‌شود.

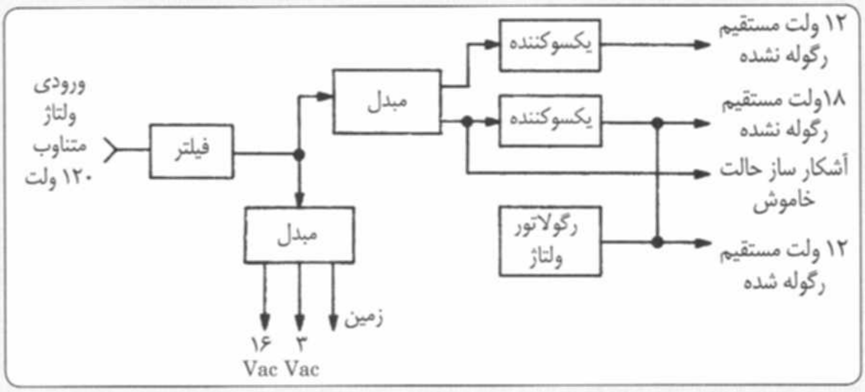
سیگنال ورودی از سمت چپ دیاگرام (نمودار) وارد می‌شود که ۱۱۷ولت متناوب می‌باشد. سیگنال مجزا شده و از دو مسیر بلوک فیوز و بلوک عناصر زمان‌بندی عبور می‌کند.

مسیر بالایی (محل بلوک فیوز) از یک یکسوساز دیودی می‌گذرد و خروجی آن مستقیماً به یکی از سه ترمینال لامپ دوران سنج متصل می‌شود. همچنین، خروجی دیگر یکسوساز به یک تنظیم کننده که آهنگ تغییر چشمک زن نور را تولید می‌کند، وارد می‌شود. خروجی تنظیم کننده به یک مبدل وارد می‌شود که کار تغذیه لامپ دوران سنج را به وسیله دو ورودی لازم دیگر بعهده دارند. مثال دیگر به بلوک دیاگرام شکل ۲-۳ مربوط است.

این مدار کمی پیچیده است. یک منبع تغذیه، که ولتاژهای متفاوت خروجی جهت تغذیه



شکل ۲-۲. *بلوک دیاگرام ساده مدار تغذیه لامپ دوران سنج. (فلش‌ها، برای نمایش جهت مسیر سیگنال در مدارهای پیچیده استفاده می‌شوند).*



شکل ۳-۲. *بلوک دیاگرام منبع تغذیه با هفت خروجی مختلف.*

قسمت‌های مختلف یک دستگاه ضبط ویدئو کاست را تولید می‌کند. گردش در این مدار از سمت چپ (ورودی) به سمت راست (اکثر خروجی‌ها) می‌باشد. ملاحظه می‌کنید که مدار با ولتاژ ۱۲۰ ولت متناوب (ولتاژ استاندارد خانگی) تغذیه می‌شود. این ولتاژ از یک فیلتر عبور کرده و مجزا می‌گردد.

بخشی از سیگنال به مبدل پایینی می‌رود که ولتاژ منبع ۱۶V متناوب و ۳V متناوب، خروجی‌های آن هستند. خروجی دیگر این مبدل، زمین مدار را تأمین می‌کند.

از بلوک فیلتر، ولتاژ به مبدل دیگر می‌رود که از آن ولتاژ DC مشتق می‌شود.

یکی از خروجی‌های مبدل به یک یکسو کننده می‌رود که ولتاژ ۱۲V رگوله نشده تولید می‌کند.

دیگر خروجی مبدل به یک یکسو کننده مجزا می‌رود که ۱۸V مستقیم رگوله نشده تولید می‌نماید.

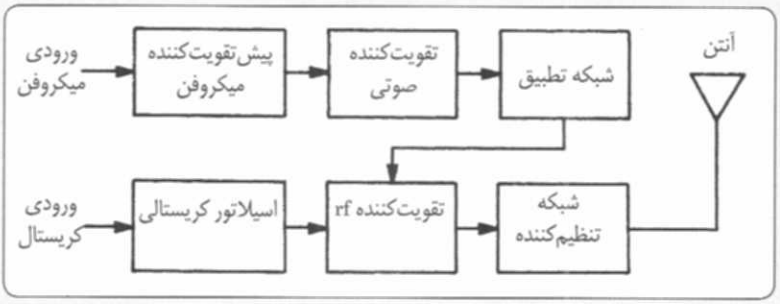
یک خروجی دیگر این مبدل، جهت آشکار سازی عیب در حالت از کار افتادگی کلی استفاده می‌شود.

این مسیر همچنین به خروجی بلوک رگولاتور ولتاژ متصل است تا یک ولتاژ رگوله شده ۱۲V مستقیم DC را تامین کند. این مدار در فصول بعدی کتاب به شکل شماتیکی و تصویر قطعه چینی مورد بحث قرار می‌گیرد.

بلوک دیاگرام‌ها را به سادگی می‌توان ترسیم نمود و از مربع، مستطیل و گاهی اوقات مثلث (جهت نمایش آی‌سی تقویت‌کننده در بلوک مدار) تشکیل می‌گردند.

در شکل ۴-۲، بلوک دیاگرام یک فرستنده AM و ارتباطات بین مدارهای ساده آن نمایش داده شده است.

طبقه پیش تقویت‌کننده میکروفن به ورودی طبقه تقویت‌کننده صوتی متصل است (به جهت فلش توجه کنید).



شکل ۴-۲. *بلوک دیاگرام یک مدل فرستنده AM.*

خروجی طبقه تقویت‌کننده صوت به طبقه تطبیق (که همزمان به طبقه تقویت‌کننده rf متصل می‌باشد)، متصل است. کریستال نوسان ساز نیز به واحد تقویت‌کننده rf متصل است و خروجی آن به طبقه تنظیم‌کننده یا تیونه، منتهی می‌گردد.

فقط یک اتصال بین قسمت صوتی و مدار rf وجود دارد که از مسیر شبکه تطبیق می‌گذرد. بدین ترتیب این بلوک دیاگرام، یک توالی بین عملیات با توالی مسیر در یک مدار را بطور کامل نشان می‌دهد. این مدار در فصل ۵ بیشتر شرح داده می‌شود.

فلوچارتها

بلوک دیاگرام‌ها متداول‌ترین روش جهت توصیف کارکرد مدارهای الکترونیکی هستند، اما در دنیای کامپیوترها شکل دیگری از نمودارها مورد نیاز می‌باشد تا کارکرد برنامه‌ها را نمایش دهد. این سیستم، فلوچارت نامیده شده. و شبیه نمودارهای بلوکی نمایش داده می‌شود بجز اینکه علائم و نمادهای آن به واحدهای برنامه ریزی کامپیوتری اشاره دارند.

فلوچارتها ابزارهای بسیار سودمندی جهت برنامه نویسی کامپیوتر بوده و نمایش گرافیکی مسیری هستند که برنامه کامپیوتری با طی آن صورت می‌گیرد. فلوچارتها با توسعه مشخصات سیستم تهیه شده و با تغییر نیازمندی‌ها اصلاح می‌گردند تا با محدودیت‌های خاص سیستم‌ها مطابقت داده‌شوند.

برای یک مسئله پیچیده، نوشتن دقیق مشخصات شاید ضروری به نظر برسد تا هرکس که درگیر پروژه است، متوجه شود که مسئله چیست و نتیجه و برآیند برنامه چه چیزی باید باشد.

برای روشن شدن مطلب، فرض کنید یک معلم، برنامه‌ای می‌خواهد که از طریق محاسبه معدل نمرات دوره‌ای دانش آموزان، نمره‌های نهایی آنها را تعیین کند. معلم، نمرات را به عنوان ورودی به برنامه خواهد داد. فقط معدل نمرات به عنوان خروجی مورد نیاز است. حال می‌توانیم یک لیست ترتیبی از کارهایی که برنامه باید انجام دهد درست کنیم:

- وارد نمودن (دریافت) نمرات هر شخص
- جمع کردن مقادیر نمرات با همدیگر و بدست آوردن مجموع آنها
- تقسیم نمودن مجموع به تعداد نمرات واردشده و یافتن معدل نمرات
- چاپ معدل نمره
- به همین منوال می‌توان فلوچارت برنامه را همانطور که در شکل ۵-۲ نشان داده شده تهیه کرد.

همانطـور که می‌بینید، فلوچارت گرافیکی، سـاختار یک برنامه پیچیده را به گونه‌ای نمایش



شکل ۵-۲. *نمونه فلوچارت یک برنامه.*

می‌دهـد که، رابطه بین تمام بخش‌ها را به سـادگی می‌توان درک نمـود. هنگامیکه روند کنترل فرایندها، مسیرهای متفاوتی پیدا می‌کنند (که ناشی از تصمیم گیری‌ها می‌باشد)، یک فلوچارت خوب می‌تواند برنامه نویس را جهت مرتب سازی آنها کمک کند.

فلوچـارت بعنـوان یک ابزار گمانه زنی جهت فهم مسـئله و در طراحی برنامه سـودمند واقع می‌شود.

در این مرحله، علائم فلوچارت بایستی یادداشت‌های تفصیلی به زبان انگلیسی، در مقایسه با دستورات زبان برنامه نویسی، داشته باشند.

نظر به اینکه ما می‌خواهیم کاری که انجام می‌گردد را شـرح‌دهیم، نه چگونه انجام‌دادن را! در مرحله بعد، اگر مستندسـازی یک فلوچارت رسـمی مورد نیاز باشـد، آنگاه فلوچارت می‌تواند دستوراتی به زبان برنامه نویسی را شامل شود. این فلوچارت‌ها برای فردی که در آینده قصد دارد از برنامه سر دربیاورد مفید هستند.

تهیه یک فلوچارت رسمی وقت گیر است و اصلاح یک فلوچارت جهت وارد کردن تغییرات، کار بسـیار سـختی است. به همین دلیل، تعدادی از برنامه نویسـان به این ابزار تمایلی ندارند اما اکثراً از آن هنوز به عنوان یک دستیار ارزشمند در فهم برنامه‌ها استفاده می‌کنند.

به منظور توسـعه یکسان، در فلوچارتها، نمادهای اسـتاندارد به وسیله چند سازمان برگزیده شده‌اند. نمادهای مؤسسه استاندارد آمریکا (USASI) بطور گسترده پذیرفته شده است.

تعدادی از نمادهای معمول مورد استفاده، در شکل ۶-۲ نمایش و توصیف شده است.

مسیر استاندارد فرایند یک فلوچارت از بالا به پایین است. سر فلش‌ها بر روی خطوط جریان، جهت نشـان دادن جهت جریان را نشان می‌دهند. اما گاهی اوقات اگر فرایند فلوچارت در جهت عادی باشد، آنها نمایش داده نمی‌شوند.

اجازه دهید جریان برنامه را از طریق فلوچارت دنبال کنیم. برنامه با شـکل بیضی با «شـروع» در بالا آغاز می‌گردد و در جهتی که فلش‌ها نشان می‌دهند، جریان می‌یابد.

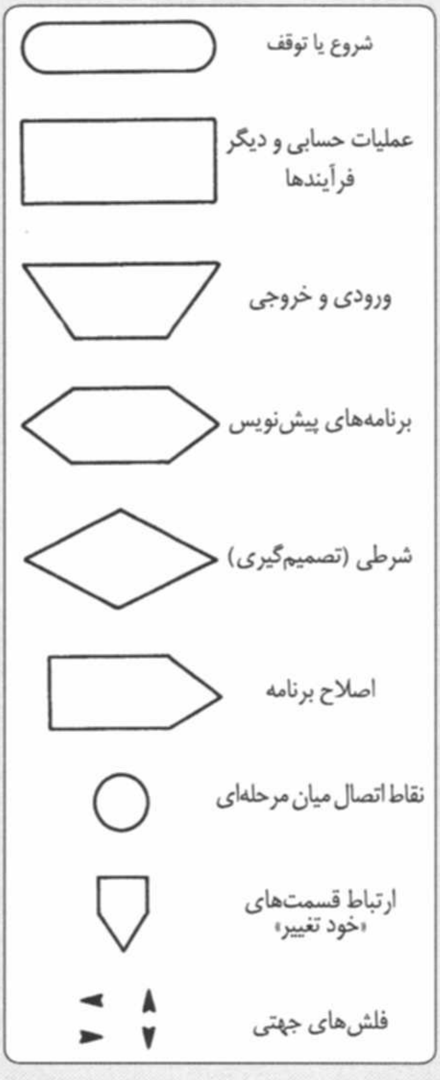
در اولین جعبه زیر «شـروع»، برنامه یـک کارت را می‌خواند. قدم بعدی پانچ کردن محتویات کارت برروی یک کارت خام و در نهایت پرینت محتویات برروی درگاه پرینتر می‌باشد.

برنامه از طریق خطوط خط چین به بالای فلوچارت برگشته و کارت بعدی را می‌خواند.

برنامه، خودش را تا زمانیکه کارت برای خواندن وجود دارد، تکرار می‌کند. بخشـی از برنامه که بارها صورت می‌گیرد، حلقه نامیده می‌شود.

شـکل ۷-۲، از سه علامت، جهت نمایش سـه عملیات متفاوت استفاده می‌کند. با رجوع به شکل ۶-۲، که تعداد بیشتری از علائم متداول که در فلوچارتها استفاده می‌شود را نشان می‌دهد، اجازه دهید نگاه دقیقتری به آنها بیندازیم.

جعبه های بیضی گونه، جهت نمایش آغاز و نقطه پایان استفاده گردند. عملگرهای حسابی

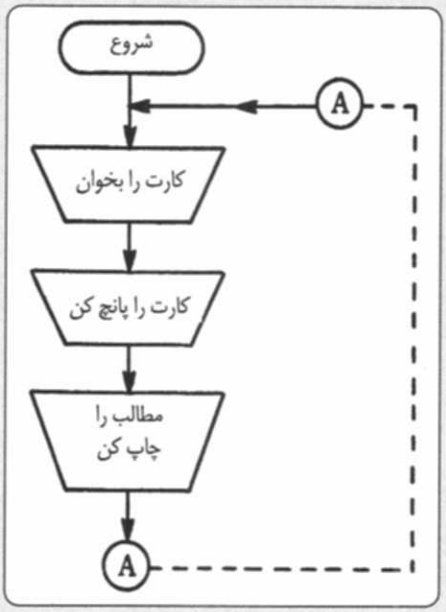


شکل ۶-۲. *علائم متداول USASI که جهت برنامه نویسی کامپیوتر استفاده می‌گردد.*

مانند محاسبه «$Height=1100-16t^2$» در جعبه‌های مستطیل شکل واقع می‌شوند.

دستورات ورودی و خروجی، در ذوزنقه وارونه قرار می‌گیرند. اگر برنامه‌ای را استفاده می‌کنیم که قبلاً نوشته شده است، مشکلی در ترسیم فلوچارت برای زیر برنامه نیست، اما ریز برنامه را در یک شش ضلعی با اضلاع غیر مساوی ولی متقارن می‌گذاریم.

در صورتیکه بخواهیم از جعبه‌ای جهت تصمیم گیری (شرطی) استفاده نماییم، از شکل لوزی استفاده می‌کنیم. از پنج ضلعی جهت دار، جهت نمایش بخشی از برنامه که خودش را تغییر



شکل ۷-۲. *فلوچارت برنامه نسخه برداری از یک کارت پانچ و چاپ آن برروی کارت است.*

می‌دهد، استفاده می‌گردد.

یک دایره کوچک، نقاط ارتباطی برنامه را مشخص می‌کند. این نقطه در برنامه به چند نقطه دیگر متصل می‌گردد و ما از این علائم ارتباط دهنده واسط جهت جلوگیری از ترسیم خطوط طولانی استفاده می‌کنیم.

یک پنج ضلعی جهت دار کوچک جهت نمایش مکان اتصال صفحات فلوچارت به یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد (اگر یک فلوچارت چند صفحه‌ای داشته باشیم). واسطه‌های ارتباطی و متصل کننده‌های صفحه با شماره یا حروف برچسب گذاری می‌شوند.

بنابراین علائم با شماره یا حروف یکسان به همدیگر متصل می‌شوند. در نهایت فلش‌ها جهت حرکت را نشان می‌دهند.

به برنامه نسخه برداری از کارت پانچ‌ها دوباره بازمی‌گردیم. فرض کنید شما بخواهید فلوچارت برنامه را به گونه‌ای تغییر دهید تا کامپیوتر، کارت‌های خام (فاقد اطلاعات) را نادیده گرفته و فقط کارت‌هایی که حاوی اطلاعات هستند، نسخه برداری شوند.

از زمانی که کامپیوتر باید درمورد هر کارت تصمیم گیری کند، بلوک تصمیم گیری (شرطی) در فلوچارت لازم می‌شود و فلوچارت تغییر می‌کند، همانطور که در شکل ۸-۲ نشان داده شده است.

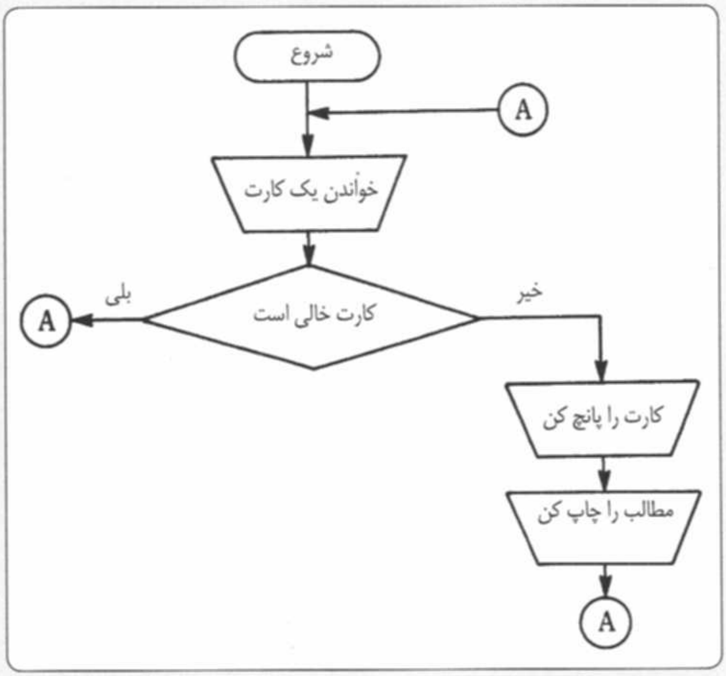
بجز بلوک تصمیم گیری (شرطی)، فلوچارت نمایش داده شده با قبلی یکسان است. با جعبه

بیضی شـکل «شروع»، از بالا آغاز شـده و سپس به بلوک «خواندن کارت» می‌رود. حال برنامه به بلوک تصمیم گیری با برچسـب «کارت خالی است؟» می‌رسد. اگر جواب بله بود در سمت چپ به دایـره ارتباطی A رفته و بـه بالای فلوچارت برمی‌گردد تا کارت بعـدی را بخواند. تنها اگر کارت خالی نباشد، برنامه، کارت را نسخه برداری کرده و از محتویات، پرینت می‌گیرد.

فلوچارتی که بعنوان مثال اسـتفاده شـد یک نمونه خیلی سـاده از استفاده ورودی و خروجی دسـتگاه‌ها می‌باشد و هیچگونه محاسبه‌ای انجام نمی‌دهد. خیلی از برنامه‌ها و فلوچارتها به این سادگی نیستند و این نمونه جهت نمایش چگونگی کارکرد واقعی برنامه‌های کامپیوتری به وسیله فلوچارتهای گرافیکی، استفاده شد.

در حـوزه ریزکامپیوترهـا، از مدل‌هـای مختلـف نمودارها، اسـتفاده می‌شـود. فلوچارتها و نمودارهای «وِن» و... از این دست هستند.

این مثال‌ها بیشتر با بخش نرم افزار این صنعت سرو کار دارند. از نقطه نظر کاملاً الکترونیکی، نمودارهای تابعی (وظیفه‌ای) فراوانند و کثرت بیشـتری نسبت به نمودارهای شماتیکی دارند. از نقطه نظر مفهومی، بلوک دیاگرام‌ها جهت نمایش وظیفه یک ماشین مناسب هستند ولی جهت تعمیر کردن آنها، داشتن یک طرح شماتیک خوب الزامیست.

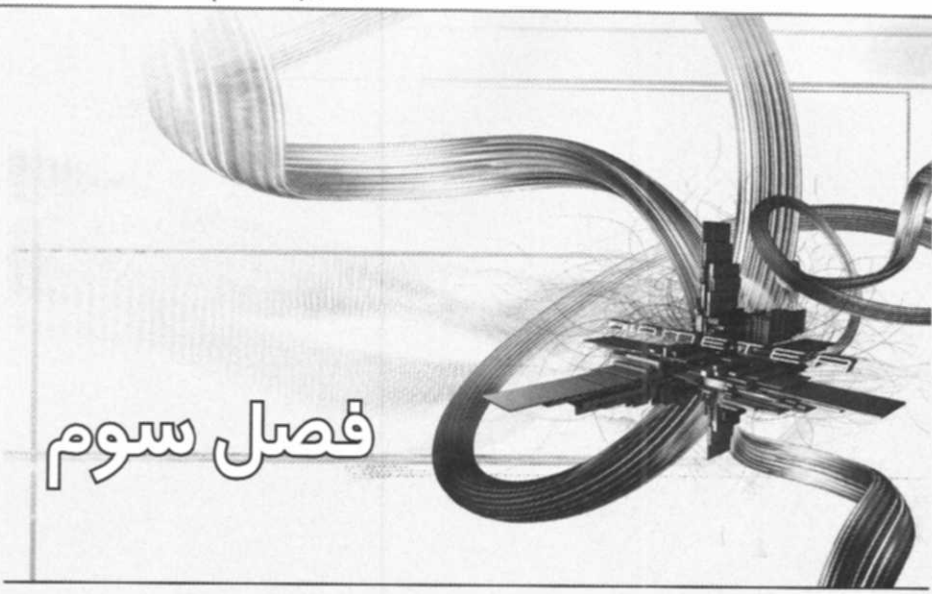


شکل ۸-۲. *نمونه یک فلوچارت که دارای بلوک تصمیم گیری است (لوزی)*

کامپیوترها از توسـعه تکنولوژی‌های جدید در زمینه قطعات الکترونیک سـود جسته و از این نقطه نظر، ساده به نظر می‌رسند. مخصوصاً زمانیکه می‌بینید توانایی انجام هرکاری را دارند.
اما از نقطه نظر الکترونیکی محض و تا آنجا که به نمودارهای شـماتیک مربوط اسـت، آنها خیلی پیچیده بوده و حتی برای نمایش یک واحد ساده، نیاز به صفحات شماتیک زیادی احساس می‌شود.

خلاصه فصل

ترسـیم نمودار بلوکی (بلوک دیاگرام) یک روش عالی مقدماتی جهت فهم کارکرد مدارهای الکترونیک اسـت. این نوع نمودارسـازی از نقطه نظر طراحی نقشه‌ها خیلی آسان بوده و فقط به یک استراتژی احتیاج دارد.
اغلـب بلوک دیاگرام‌هـا را می‌توان در زمان نسـبتاً کوتاهی در قیاس با شـماتیک معادل آن ترسیم نمود.



فصل سوم

علائم شماتیکی

در یک نقشه راه کامل، از علائم مختلفی، جهت نمایش شهرها، شهرک‌ها، راه‌های اصلی، راه‌های فرعی، فرودگاه‌ها، مسیرهای ریلی و غیره استفاده می‌گردد.

بطور مشابه، علائمی جهت طرح‌های شماتیکی بکار می‌روند. از علائم مختلفی جهت تمایز سلف‌ها، مقاومت‌ها، خازن‌ها، قطعات حالت جامد و دیگر قطعات الکترونیک استفاده می‌گردد. امروز هر قطعه الکترونیکی که تولید می‌گردد، یک نماد معادل شماتیکی دارد.

به محض اینکه مدل‌های جدیدتری تولید گردند که با مدل‌های قبلی متفاوت باشند، برای هرکدام، نماد شماتیکی جدیدی اختصاص پیدا می‌کند.

این تغییرات علیرغم توسعه سریع در حوزه الکترونیک، بندرت اتفاق می‌افتد. مدل‌های جدید قطعات، اصلاح یافته مدل‌های موجود هستند.

بنابراین نمادهای شماتیکی، تغییر جزئی می‌کنند تا این گونه قطعات را مشخص کنند.

این فصل، اغلب نمادهای متداول را تک تک شرح می‌دهد. جهت مشاهده لیست کامل نمادهای مداری، به پیوست ۱ مراجعه کنید.

مقاومت‌ها

مقاومت‌ها قطعات الکترونیکی هستند. این قطعات با مسمی نامگذاری شده‌اند زیرا در مقابل عبور جریان الکتریسیته مقاومت می‌کنند.

مقدار مقاومت با واحد «اهم» اندازه گیری می‌شود. اندازهٔ یا میزان متداول این قطعات از کمتر از یک اهم تا چند میلیون اهم است.

صرف نظر از مقدار مقاومت، همه مقاومت‌ها از لحاظ شماتیکی با نمادی که در شکل ۱-۳ نشان داده شده، نمایش داده می‌شوند.

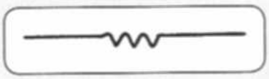
مقدار برخی از مقاومت‌ها قابل تغییر است. این مطلب با یک تغییر جزئی در نماد اصلی مشخص می‌گردد. نماد مقاومت، از ترکیب سه دندانه مثلثی و دو خط افقی که به دو طرف آنها متصل است، مانند شکل نمونه، تشکیل شده است.

دو خط افقی در واقع بیانگر هادی‌ها یا رابط‌های اتصال خارج شده از دو طرف مقاومت هستند. گاهی اوقات کنتاکت‌های مقاومت‌ها سیمی نبوده و بصورت یک ترمینال فلزی هستند.

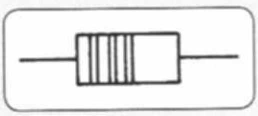
شکل ۲-۳ تصویر قطعه چینی یک مقاومت کربنی را به همراه پایه‌های اتصال دو طرف آن نشان می‌دهد. این تقریباً شبیه آن چیزی است که شما خریداری می‌کنید. شکل ۳-۳ تصویر قطعه چینی دو مدل دیگر از مقاومت‌ها، که پایه اتصال انتهایی را ندارند، نشان می‌دهد. اما همه مقاومت‌هایی که تصویر آنها در زیر آمده با همان نماد اصلی شکل ۱-۳ نمایش داده می‌شوند.

مقاومت‌های متغیر گونه‌ای از قطعات هستند که قابلیت تغییر مقدار مقاومت از طریق یک جاروبک لغزنده یا کشوئی یا به شیوه کنترل درجه‌ای را دارا هستند. علائم شماتیکی خاصی جهت نمایش این قطعات با کاربرد خاص بکار می‌رود. مقدار مقاومت متغیر بر روی یک مقدار ثابت می‌گردد تا زمانی که به صورت دستی تغییر کند.

مدار الکترونیکی، این قطعات را به شکل یک مقاومت واحد می‌بیند، اما برای سازندگان اینگونه مدارها، بایستی نوع مقاومت در نقشه شماتیک مشخص شود. نماد شماتیکی نمایش



شکل ۱-۳. *نماد شماتیکی استاندارد برای مقاومت.*



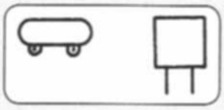
شکل ۲-۳. *تصویر یک مقاومت کربنی متعارف.*

داده شـده در شـکل ۴-۳، مربوط به مقاومت متغیر اسـت. این نماد اسـتانداردترین نماد شناخته شده است.

اگرچه، علائم دیگری طی سال‌های متمادی، به طرح‌های شماتیکی وارد شده و مشابه آن در شکل ۵-۳ نشان داده شده است.

توجه داشـته باشـید که هر دو نمونه از پیکره بندی یک مقاومت استاندارد استفاده می‌کنند و نوع متغیر با نماد فلش (پیکان) در تماس با نوک تیز کنگرهٔ نماد مقاومت‌ها، متمایز می‌شـود. در طرح‌های شـماتیکی، پیکان (فلش) اغلب نماد خصوصیت تغییر پذیری قطعات اسـت.(البته نه همیشه و آنرا بعنوان اصل تلقی نکنید). انواع ترانزیستورها، دیودها و دیگر قطعات حالت جامد، از فلش‌ها، در بخش‌هایی از نمادشان استفاده می‌کنند.

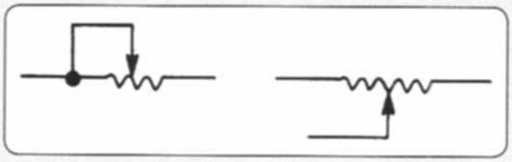
یـک مقاومت متغیر واقعی دو پایه اتصال به مانند آنچه در طرح‌های شـماتیکی نمایش داده می‌شوند، دارد. شکل ۶-۳ یک نمونه از تصویر یک مقاومت متغیر (یک واحد سیم پیچ که بدون پوشش می‌باشد) را نشان می‌دهد.



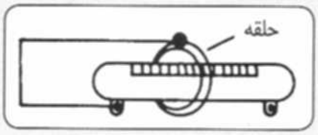
شکل ۳-۳. *تصویر انواع دیگر مقاومت‌ها.*



شکل ۴-۳. *نماد شماتیکی برای مقاومت متغیر.*



شکل ۵-۳. *نمادهای دیگر مقاومت متغیر.*



شکل ۶-۳. *نمایش تصویری یک مقاومت متغیر قدیمی.*

یک حلقه فلزی متحرک به دور بدنه مقاومت پیچیده شده و با جابجائی آن، مقدار متغیری از دور سیم‌های مقاومت بدست می‌آید.

این حلقه، به وسیله یک سیم رسانای قابل انعطاف، به یکی از دوسر پایه‌های مقاومت متصل شده است. حلقه، بطور مؤثر. تعداد دورهای مقاومت را کوتاه می‌کند. هنگامیکه به سمت پایه مقابل مقاومت حرکت کند، مقدار اهمی قطعه کاهش پیدا می‌کند.

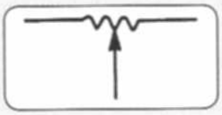
شکل ۷-۳ طرح شماتیکی رئوستا، پتانسیومتر و مقاومت متغیر قابل تنظیم را نشان می‌دهد. دقت کنید این نماد خیلی شبیه به نماد معادل مقاومت متغیر است اما سه پایه مجزا دارد. با استفاده از کنترل رئوستائی (بخشی از مدار که به وسیله پایه اتصال فلش دار مشخص شده) می‌توان مقدار مقاومت بین دو پایه دیگر در مدار را تغییر داد. در شکل ۸-۳ تصویر آنرا مشاهده می‌کنید.

رئوستا و اغلب مقاومت‌های متغیر، ارتباط تنگاتنگی با هم دارند.

حقیقت امر این است که مقاومت متغیری که در صفحات قبل مطرح گردیده را می‌توان به سادگی به رئوستا تبدیل کرد. فقط کافیست سر وسط مقاومت متغیر را به یکی از پایه‌های مقاومت متصل نمود.

حال، حلقه بعنوان پایه سوم یا متغیر استفاده می‌شود و رئوستا شکل می‌گیرد. بطور مشابه یک رئوستا را می‌توان به مقاومت متغیر تبدیل‌کرد. با قطع کردن اتصال حلقه به پایه انتهایی رئوستا، می‌توان بعنوان مقاومت متغیر از این وضعیت استفاده نمود.

انواع مقاومت‌ها، متداول‌ترین قطعات الکترونیکی در مدارها هستند. همان‌طور که قبلاً هم گفتیم، مقاومت‌ها مقادیر مختلفی از چندصدم اهم تا میلیون‌ها اهم را به خود می‌گیرند. علامت شماتیکی به هیچ عنوان شما را در تشخیص مقدار مقاومت کمک نمی‌کند. این علامت فقط وجود مقاومت در مدار را بیان می‌نماید. ممکن است مقدار واقعی قطعه در کنار طرح شماتیکی آن نوشته شده یا در یک جدول لیست قطعات، گنجانده شود و از طریق تخصیص علامت‌های



شکل ۷-۳. *علامت شماتیکی رئوستا (پتانسیومتر یا مقاومت متغیر).*



شکل ۸-۳. *نمایش تصویری یک رئوستا (پتانسیومتر).*

«الفبائی/عددی» که در کنار طرح شماتیکی آن چاپ می‌شود، می‌توان به آن رجوع کرد.

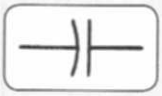
در پیوست ۲، لیست کد رنگی مقاومت‌ها که جهت تعیین مقدار یک مقاومت واقعی استفاده می‌شود، آمده است.

خازن‌ها

خازن‌ها قطعات الکترونیکی هستند که قادرند درحالی که جریان متناوب را از خود عبور می‌دهند، از عبور جریان مستقیم جلوگیری کنند. آنها همچنین قادر به ذخیره توان در خود هستند. واحد سنجش ظرفیت خازن‌ها فاراد است. فاراد یک واحد بسیار بزرگ می‌باشد. پر کاربردترین خازن‌ها دارای ظرفیتی حدود میکرو فاراد و پیکو فاراد هستند. یک میکروفاراد معادل یک میلیونیوم (۰/۰۰۰۰۰۱) یک فاراد بوده و یک پیکو فاراد معادل یک میلیونیوم یک میکرو فاراد است. در بین انواع قطعات مورد استفاده در اغلب بردهای الکترونیکی، خازن‌ها، پس از مقاومت‌ها، بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برخلاف مقاومت‌ها، خازن‌ها در انواع بسیار گوناگون و با واحدهای ظرفیتی بسیار متفاوت ساخته می‌شوند. بعضی از آنها بدون پلاریته و برخی از آنها دارای پلاریته (قطب‌های مثبت ومنفی) هستند. بیشتر مدل‌ها فقط دارای دو پایه می‌باشند.

نماد اصلی خازن شامل یک خط مستقیم عمودی است که کنار یک خط نیم‌دایره (یا قسمتی از یک دایره) رسم می‌شود. خطوط افقی که به وسط خطوط عمودی متصل می‌شوند، پایه‌های خازن را نشان می‌دهند. نمادی که توصیف شد یک خازن بدون قطب را نشان می‌دهد که ممکن است از سرامیک، میکا، مایلر یا دیگر مواد ساخته شده باشد. موادی که به آنها اشاره شد بین دو صفحه خازن بعنوان عایق قرار می‌گیرند. همانطور که در نماد نیز مشخص است، یک خازن فقط



شکل ۳-۹. *نماد شماتیکی یک خازن ثابت را نشان می‌دهد.*



شکل ۳-۱۰. *نوع دیگر نمایش نماد خازن که کمتر مورد توجه است.*

متشکل از دو صفحه کوچک از یک ماده هادی است که نزدیک یکدیگر قرار گرفته‌اند.

شکل ۱۱-۳ نماد شماتیکی یک خازن قطب‌دار (الکترولیتی) را نشان می‌دهد. توجه داشته باشید که این نماد خیلی شبیه به قبلی است اما یک علامت مثبت «+» در کنار خط عمودی به آن، اضافه گردیده است.

این علامت اضافی بیانگر آن است که قطب مثبت خازن باید به قسمت مثبت مدار متصل گردد. بعضی اوقات علامت منفی «-» در جهت مخالف (کنار پایه هلالی شکل) رسم می‌گردد. اما این مطلب از فرم استاندارد طراحی شماتیک پیروی نمی‌کند. وقتی علامت مثبت مشاهده شود بدین معنی است که این قطعه خازن الکترولیتی است و بایستی به بخش‌های دیگر مدار با توجه به پلاریته خازن متصل گردد. یعنی الکترود مثبت خازن باید به ولتاژ مثبت مدار متصل شود. خازن‌های الکترولیتی، خود، شامل مباحثی در زمینه علامت گذاری برای مشخص شدن پایه مثبت هستند.

با توجه به این نکته، همه خازن‌ها و نمادهای آنها ثابت می‌باشند. به عبارت دیگر، تغییر دادن اندازه خازنی که در موقع ساخت، ظرفیت خاصی داشته، مقدور نمی‌باشد.

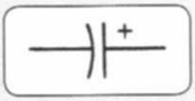
برخی از خازن‌ها، قابلیت تغییر مقدار دارند. این دسته، خازن‌های متغیر نامیده می‌شوند. اما دسته خاصی از آنها با نام تریمر یا خازن تنظیم بسامد شناخته می‌شوند.

شکل ۱۲-۳ شکل اولیه خازن متغیر را نشان می‌دهد. این بار نیز از فلش جهت نمایش خصوصیت تغییر پذیری آن استفاده شده و فلش مزبور از میان نماد خازن ثابت عبور کرده است.

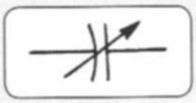
شکل ۱۳-۳ گونه‌ای دیگر از نمایش این قطعه را نشان می‌دهد، هرچند بندرت استفاده می‌شود.

اغلب اوقات نماد استانداردی که در شکل ۱۲-۳ نشان داده شده، بدون در نظر گرفتن ساختار قطعه، خازن متغیر را مشخص می‌کند.

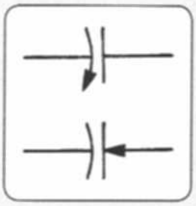
خازن متغیر هوایی جهت تنظیم رادیوهای AM استفاده می‌شوند.



شکل ۱۱-۳. *نماد شماتیکی برای خازن الکترولیتی.*



شکل ۱۲-۳. *علامت استاندارد برای خازن متغیر.*



شکل ۱۳-۳. *نوع دیگر علامت‌های خازن متغیر که به ندرت استفاده می‌شوند.*

این قطعات دو صفحه فلزی اولیه دارند اما فاصله بین دو صفحه متغیر است. نمونه نمایش داده شـده تعداد زیادی صفحه درهم تنیده دارد اما هر صفحه به اولین صفحه متصل اسـت و دو نقطه تماس مجزا را تشکیل می‌دهند.

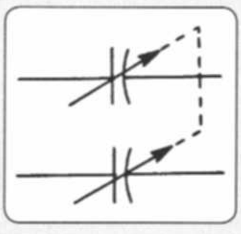
خازن‌هـای متغیـر دارای پلاریته نیسـتند و خازن‌های الکترولیتی تنها مدلی هسـتند که نام پلاریته را یدک می‌کشند.

اغلب مدارها، هر ۳ مدل خازنی که بحث شد را در خود دارند. گاهی اوقات دو خازن متغیر به هم متصل گردیده یا در مدار به صورت گروهی عمل می‌کنند یعنی تغییر دادن یکی، تغییر کردن دیگری را هم به دنبال دارد. این بدین معناسـت که دو یا چند خازن جهت کنترل دو یا چند مدار الکترونیکی اسـتفاده می‌شوند. و مقادیر هر دو قطعه، همزمان با چرخش روتور (بخش متحرک قطعه) تغییر می‌کنند. صفحه‌های چرخان خازن روتور می‌شـوند و صفحات ثابت اسـتاتور نامیده می‌شوند.

شکل ۱۴-۳ نماد شماتیکی دو خازن متغیر که به گروهی بهم متصل شده‌اند را نشان می‌دهد.

یک تغییر سـاده روی نماد خازن متغیر اولیه،ر با ترسـیم یک خط چین بین دو نماد، آنرا به وجود می‌آورد.

مانند بقیه قطعات الکترونیکی، نماد شـماتیکی بـرای خازن، تنها جهت نمایش نوع آن اعم از ثابـت، متغیـر، الکترونیکی و غیـره بکار می‌رود و مقدار ظرفیت خازن در کنار نماد آن نوشـته می‌شود و حرف و عددی به آن نسبت داده شده و در لیست قطعات مقادیر آن آورده می‌شود.



شکل ۱۴-۳. *نماد شماتیک برای دو خازن متغیر با قسمت متحرک واحد (خازن گروهی).*

سلف‌ها

یک سـلف ساده، یک سیم پیچیده شـده حلقوی مانند شده است که به مدار خاصیت القایی می‌دهد.

القاء (اندوکتانس) خاصیتی است که با تغییر جریان موجود مخالفت می‌کند و زمانی به وجود می‌آید که جریان عملاً تغییر کند. پیچک‌ها یا سلف‌ها با توجه به مقدار اندوکتانس قطعه می‌توانند خیلی کوچک یا خیلی بزرگ باشند.

واحد پایه اندوکتانس هانری اسـت که یک مقدار بزرگ الکتریکی محسـوب می‌شود. اغلب سـلف‌های کاربردی مقداری در حـدود میلی‌ها نری (یک‌هزارم هانری) یـا میکرو هانری (یک میلیونیوم هانری) دارند.

شکل ۱۵-۳ علامت شماتیکی اولیه برای پیچک هوایی را نشان می‌دهد که از یک خط منفرد با پنج حلقه در قسمت میانی آن تشکیل شده است.

دو پایه رابط قطعه با دو خط مستقیم که به دو انتهای حلقه‌ها متصل می‌گردد، ترسیم می‌شود.

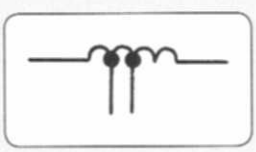
یک سـیم پیچ هسـته هوایی نوعی سلف اسـت که هسـته داخلی بین حلقه‌ها، در واقع هوا می‌باشـد. اما در عمل از مواد نارسـانا و غیر القایی مانند پلاستیک، میکا یا دیگر عایق‌ها، جهت نگهداری حلقه‌ها استفاده می‌شود. هرچند این نمونه، هنوز هم یک پیچک هوایی است.

شکل ۱۶-۳ نماد شماتیکی نوعی سلف با هسته هوایی متغیر را نشان می‌دهد. این قطعه بطور دقیق‌تر با نام پیچک سـر وسـط یا آرایش سر وسط شناخته می‌شـود. نظر به اینکه یک پیچک ثابت دو سـر دارد یک پیچک با سـر وسط سه سر یا بیشـتر دارد. وقتی یک پیچک انشعاب داده شـود، چند سیم مجزا به اولین دور هسـته و بالاتر متصل می‌شود تا یک نقطه اتصال جایگزین بدست آید. بیشترین میزان آندوکتانس بین دوسر پیچک به مدار بدست می‌آید.

آرایش سر وسط جهت انتخاب ورودی یا خروجی با آندوکتانس کمتر استفاده می‌شود. بعضی



شکل ۱۵-۳. *نماد استاندارد یک پیچک یا سلف با هسته هوایی.*



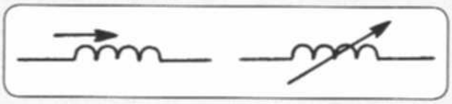
شکل ۱۶-۳. *نماد شماتیک یک القاگر با سر وسط.*

هسته‌ها به یک کنتاکت کشوئی (لغزنده) مجزا وصل شده‌اند که می‌توانند به صورت مداوم در میان هسته اصلی حرکت کنند.

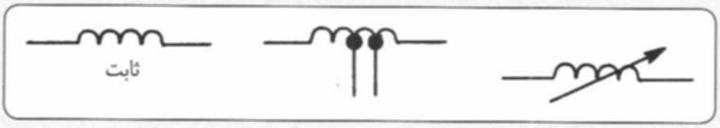
این اتصال کشوئی بطور پیوسته مقدار آندوکتانس را تنظیم می‌کند و مزیت بیشتری نسبت به انتخاب نقاط ثابت آرایش سر وسط دارد. یک هسته متغیر پیوسته اغلب با نمادی که در شکل ۱۷-۳ نشان داده شده، مشخص می‌گردد. این نماد نشان می‌دهد که این قطعه قادر به تنظیم پیوسته مقدار اندوکتانس، از بیشترین مقدار (بسته به اندازه فیزیکی هسته)، تا کم‌ترین مقدار است.

شکل ۱۸-۳ نمونه‌ای از پیچک‌های هسته هوایی ثابت با سر وسط و قابلیت تنظیم پیوسته را نشان می‌دهند.

همه پیچک‌ها از نوع هسته هوایی نیستند. چوکها و دیگر مدل‌های پیچک‌ها (که برای کاربردهای فرکانس پایین استفاده می‌شوند) از یک سیم پیچ هادی که به دور یک هسته آهنی پیچیده شده باشد، تشکیل شده است. در اینجا مواد آهنی جایگزین هسته هوایی قبلی می‌شود. بعنوان مثال: یک چوک ۶۰ هرتز خیلی شبیه به مبدل قدرت AC است و از یک سیم‌پیچ منفرد که به دور یک آهن حلقه‌ای شکل پیچیده شده، تشکیل گردیده است. شکل ۱۹-۳ نماد



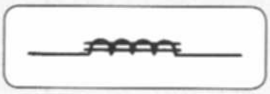
شکل ۱۷-۳. *نماد شماتیکی القاگر متغیر پیوسته.*



شکل ۱۸-۳. *القاگرهای ثابت، انشعابی یا با سر وسط و با هستهٔ هوائی.*



شکل ۱۹-۳. *نماد شماتیکی برای یک القاگر با هسته آهنی.*



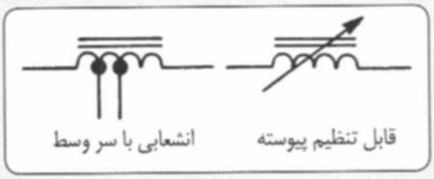
شکل ۲۰-۳. *نماد دیگر القاگر با هسته آهنی.*

شـماتیکی یک القاگر با هسـته آهنی را نشـان می‌دهد. ملاحظه می‌نمایید که این همان پیچک ثابت است که قبلاً بحث شد و دو خط موازی در طول نماد ترسیم شده است. گاهی اوقات القاگر هسته آهنی با شکل ۲۰-۳ نیز نشان داده می‌شود. در این شکل، دو خط موازی در داخل دورهای نماد پیچک، ترسیم شده است. این یک روش به تأیید رسیده جهت نمایش پیچک آهنی نیست هرچند به کرات مورد استفاده قرار می‌گیرد.

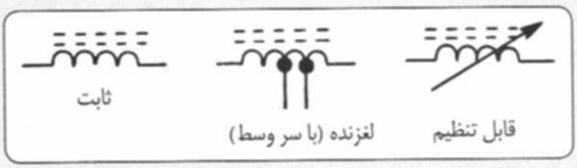
بعضی القاگرهای هسته آهنی دارای سر وسط جهت نمونه برداری مقادیر مختلف آندوکتانس و تعدادی دیگر، شـاید قابل تنظیم باشند. نماد شماتیکی معادل برای این گونه قطعات در شکل ۲۱-۳ نشان داده شده است.

در فرکانس‌های بالا، هسته‌های آهنی جهت استفاده در القاگرها، ناکارآمد هستند.

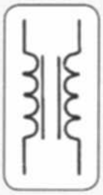
به ویژه در فرکانس‌های RF، یک هسـته مخصوص نیاز می‌باشـد کـه اغلب مرکب از مواد آهنی اسـت که به قطعات ریز تقسیم شده و هرکدام به صورت عایق درآمده است. بعد از تکمیل این فرآیند، ذرات فشرده می‌شوند تا یک هسته جامد بدست آید. این مواد، فریتی یا آهن فریتی نامیده شـده و به عنوان یک هسـته با اهن پودری تلقی می‌گردند. شـکل ۲۲-۳ نماد شـماتیکی القاگر هسـته فریتی را نشـان می‌دهد. ملاحظه می‌کنید که این نماد خیلی به نماد القاگر هسـته آهنی شـبیه اسـت بجز اینکه دو خط مـوازی از نوع منقطع هسـتند. این قطعات نیـز می‌توانند انشـعاب داده شده یا متغیر پیوسته شوند. نماد شـماتیک آنها هم مشابه با قبلی‌ها می‌باشد. فقط دو خط موازی از نوع منقطع هستند.



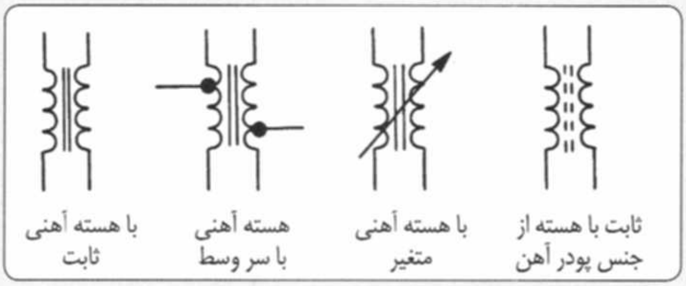
شکل ۲۱-۳. *نمادهای شماتیک القاگرها با هسته آهنی متغیر (قابل تنظیم).*



شکل ۲۲-۳. *نماد شماتیک برای یک القاگر با هستهٔ پودر آهن.*



شکل ۳-۲۳. *نماد شماتیک برای یک ترانسفورمر با هسته هوایی.*



شکل ۳-۲۴. *نماد شماتیکی برای سایر انواع ترانسفورمرها*

ترانس‌ها

ترانسفورمرها رابطه نزدیکی با القاگرها دارند و وقتی میدان مغناطیسی دو یا چند پیچک با یکدیگر تداخل می‌کند ساخته می‌شوند.

شکل ۳-۲۳ نماد شماتیک یک ترانسفورمر هسته هوایی ساده را نمایش می‌دهد که از ترسیم دو نماد سیم‌پیچ هوایی به صورت پشت به پشت بدست می‌آید.

ترانسفورمرها وسایلی هستند که انرژی الکتریکی را از یک مدار به مدار دیگر با یک فرکانس همسان تبدیل می‌کنند.

نظر به اینکه ترانسفورمرها از ترکیب القاگرها ساخته می‌شوند، نماد شماتیک آنها نیز بسیار با هم شبیه‌اند.

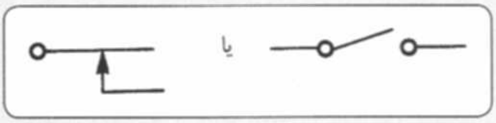
شکل ۳-۲۴ نمونه‌های دیگر ترانسفورمرها با هسته آهنی، هسته آهن پودریکه هر کدام از نوع متغیر و با سر وسط و... است را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌نمائید که خطوط نمادی اضافه شده شبیه همان خطوطی است که در نماد القاگرها هم استفاده می‌شد.

کلیدها

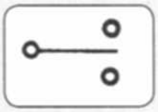
یک کلید قطعه‌ای الکترونیکی یا مکانیکی است که مسیر جریان در مدار را قطع و یا وصل می‌نماید. همچنین از کلید جهت انتخاب مسیر جریان به قطعات دیگر استفاده می‌شود.

شکل ۳-۲۵ نماد شماتیکی یک کلید تک پل / تک حالته را نشان می‌دهد.

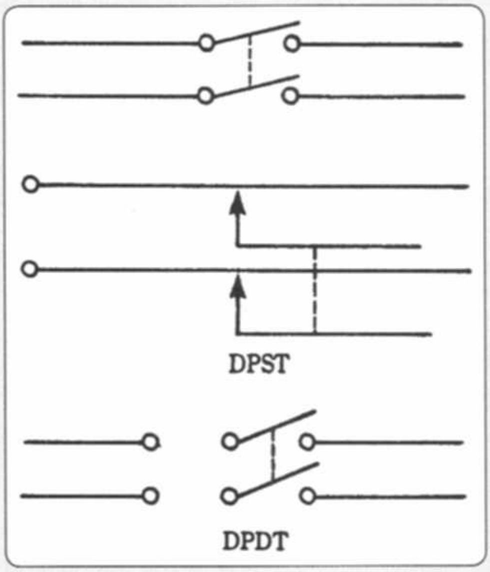
این مدل کلید (SPST) فقط قادر به اتصال یا قطع یک مسیر در مدار است. توجه داشته باشید که علامت فلش در اینجا به معنای تغییرپذیر بودن این قطعه است. این مدل کلید یک



شکل ۳-۲۵. *تصویر نماد شماتیکی یک کلید SPST.*



۳-۲۶. تصویر *نماد شماتیکی کلید SPDT*



شکل ۳-۲۷. *تصویر نماد شماتیک کلیدهای DPST، DPDT.*

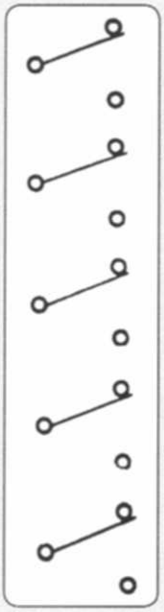
قطعه دو حالته است (روشن / خاموش) شکل ۲۶-۳ نوع دیگری از کلید را نشان می‌دهد که با عنوان کلید تک پل دوراهه شناخته می‌شود.

جهت درک اولیه، قطب (پلمحل اتصال ورودی و «راه»ها، محل ارتباط به خروجی‌ها می‌باشند.

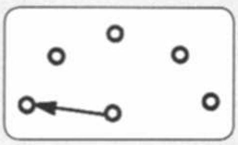
یک کلید SPDT شامل یک قطب یا پُل و دو راه است. ورودی به قطب می‌تواند به سمت چپ یا راست مدار متصل گردد.

بعضی کلیدها دو یا چند قطب یا پُل دارند. در شکل ۲۷-۳ یک نمونه کلید دو پُل / یک‌راهه (DPST) و دو پل دوراهه (DPDT) نشان داده شده است. بعضی از کلیدها قطعات بیشتری دارند.

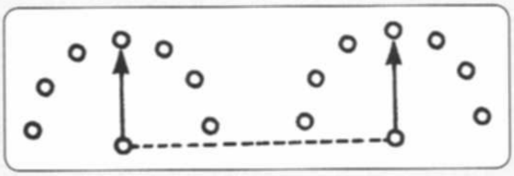
شکل ۲۸-۳ نمونه‌ای را نشان می‌دهد که پنج پُل دارد که هر کدام دو خروجی مجزا را کنترل



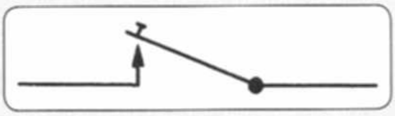
شکل ۲۸-۳. *تصویر نماد شماتیکی کلید پنج پُل دوراهه.*



شکل ۲۹-۳. *تصویر نماد شماتیکی سلکتور.*



شکل ۳-۳۰. *تصویر نماد شماتیکی دو سلکتور گروهی.*



شکل ۳-۳۱. *تصویر نماد شماتیکی کلید کد مورس (نوع دستی).*

می‌کنند. بنابراین آرایش آن پنج پل دوراهه می‌شود.

مثال آخری را می‌توان تحت پوشش کلیدهای چند حالته (کنتاکت) دسته بندی کرد. این مقوله شامل هرنوع کلیدی که بیشتر از دو ورودی یا دو حالت خروجی داشته باشد، می‌شود.

بعنوان نمونه، سلکتورها قطعاتی هستند که یک ورودی داشته و گاهی اوقات ده یا تعداد بیشتر خروجی دارند. این گروه از کلیدها در شکل ۳-۲۹ نشان داده شده‌اند. علامت فلش بیانگر محل اتصال ورودی است.

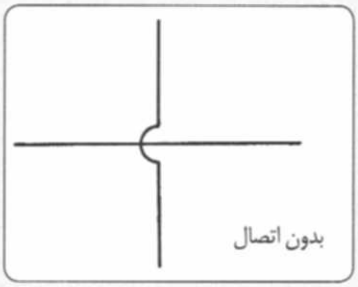
بعضی از اوقات سلکتورها به شکل گروهی همدیگر متصل می‌گردند. (مانند خازن‌های متغیر گروهی که در بخش قبل مطرح شد).

شکل ۳-۳۰ علامت شماتیکی آرایش دو سلکتور متصل شده به هم به شکل گروهی را نشان می‌دهد. توجه داشته باشید که خطوط نقطه چین جهت نمایش حالت گروهی آنها استفاده می‌شود.

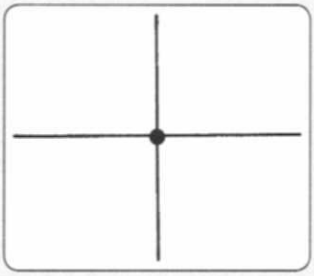
در هر وضعیت، نقاط اتصال کلید (ورودی و خروجی‌ها) با یک دایره کوچک نشان داده می‌شود. قطعات تغییردهنده یا اهرم‌ها با یک پیکان نشان داده می‌شوند. همه این نمادها استاندارد هستند.

به خاطر سهولت فهم این نمادها، تغییرات بندرت مشاهده می‌شود. نوع خاصی از سوئیچ‌ها که در تعدادی از ارتباطات رادیوئی بکار می‌روند، کلید کد (یا کلید مورس) نامیده می‌شود.

این قطعات با قطع و وصل اتصال الکتریکی، کد(رمز) ارسال می‌کنند. به عبارت ساده‌تر یک کلید همان سوئیچ SPST است که فنردار بوده و به محض رها کردن قطع می‌شود. علامت این کلید در شکل ۳-۳۱ نشان داده شده است.



شکل ۳-۳۲. *نماد شماتیکی عبور دو سیم بدون اتصال به همدیگر.*



شکل ۳-۳۳. *نماد شماتیک دو سیم که همدیگر را قطع کرده‌اند.*

سیم‌های هادی و کابل‌ها

در تمام مباحث قبلی یک خط مستقیم جهت نمایش سیم‌های هادی استفاده می‌شد، اما اغلب مدارها دارای تعداد زیادی سیم عبور جریان هستند. اغلب ضروری است که آنها از روی همدیگر عبور کنند یا به همدیگر متصل گردند. شکل‌های ۳-۳۲ و ۳-۳۳ رویه استاندارد نمایش وضعیت دو سیم، وقتی به هم برخورد می‌کنند را نشان می‌دهد.

شکل ۳-۳۲ دو سیم هادی را نشان می‌دهد که از هم عبور کرده ولی به همدیگر متصل نیستند. این بدان معنی نیست که تصور کنیم در زمان ساخت مدار بایستی این دو سیم از روی هم عبور کنند. به عبارت ساده منظور این است که جهت طراحی شماتیک لازم است که سیمی ترسیم گردد که از روی دیگری عبور نماید تا به نقطه‌ای از مدار برسد.

دقت نمایید که در محل برخورد یک نیم دایره بر روی یک سیم ترسیم می‌گردد تا نشان دهد هیچ تلاقی رخ نداده است. این نیم دایره می‌تواند به صورت افقی نیز ترسیم گردد و همان مفهوم را برساند.

شکل ۳-۳۳ یک اتصال واقعی را نشان می‌دهد. در این شکل دوسیم هادی باهمدیگر برخورد کرده و یک نقطه سیاه در محل برخورد رسم شده است. این نقطه بیانگر اتصال دو سیم

دراین نقطه است.

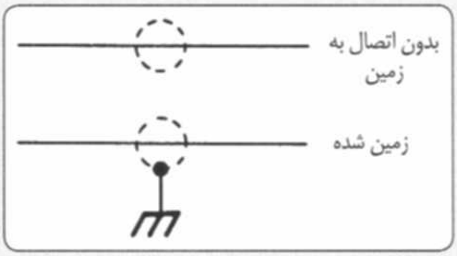
ترسیم سیم‌ها در نقشه‌های شماتیک از بخش‌هایی است که خیلی اوقات به شکل نادرست صورت می‌گیرد.

گاهی اوقات عدم اتصال دو سیم به شکل ۳-۳۴ ترسیم می‌گردد. جهت نمایش اتصال دو سیم از همان نقطه سیاه استفاده می‌شود. بعضی اوقات از این نماد جهت نمایش اتصال دوسیم استفاده می‌گردد که جهت نمایش عدم اتصال از نیم دایره بایستی استفاده نمود. جهت پی بردن به نوع کاربرد این نماد شخص باید طراحی شماتیک را رمز گشایی کرده و با دیگر نقاط مدار مقایسه نماید.

یک کابل در برگیرنده دو یا چند رشته سیم هادی است که در یک پوشش عایق قرار می‌گیرند. کابل‌های بدون روکش در طرح‌های شماتیک مطرح نمی‌شوند اما با یک تغییر در



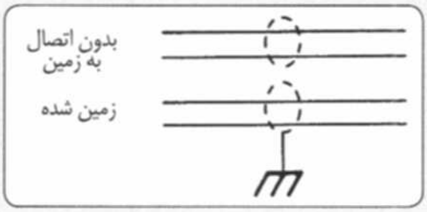
شکل ۳-۳۴. *نمایش طریقه دیگر عدم اتصال دو سیم.*



شکل ۳-۳۵. *نماد شماتیکی برای سیم روکش دار که قابلیت زمین شدن دارد.*



شکل ۳-۳۶. *نماد زمین.*



شکل ۳-۳۷. *نماد شماتیک کابل شیلددار که باز هم می‌تواند از نوع متصل به زمین یا بدون اتصال به زمین باشد.*

نمادها مشخص گردند.

شکل ۳-۳۵ یک نمونه از سیم‌های شیلد دار را نشان می‌دهد که اغلب در مدارهای الکترونیک از آن جهت نمایش کابل کواکسیال (هم محور) استفاده می‌گردد، به ویژه در مدارهایی که با فرکانس‌های رادیویی کار می‌کنند. کابل کواکسیال از یک سیم هادی در مرکز و یک روکش بافته شدهٔ فلزی در سر تا سر طول کابل تشکیل شده است. یک عایق بین دو المان هادی آنها را از همدیگر مجزا می‌نماید.

نماد یک سیم شیلد دار با ترسیم یک دایره کوچک خط چین به دور هادی شکل می‌گیرد. این دایره با یک سیم عمودی به زمین متصل است. نماد زمین از یک خط افقی و سه خط مایل تشکیل شده است.

نماد زمین یکبار دیگر در شکل ۳-۳۶ نشان داده شده است. یک خط افقی که به سه خط کوتاه مایل متصل است.

برخی از حرفه‌ای‌ترها به این نشانه، شاسی یا بدنه هم می‌گویند و خیلی‌ها آنها را به جای هم استفاده می‌کنند. در حالی که دومی یعی شاسی (یا بدنه) ممکن است به زمین متصل یا به آن ارتباط نداشته باشد.

گاهی اوقات در ساخت وسائل الکترونیکی استفاده از کابل شیلددار لازم می‌شود. این کابل‌ها از دو یا چند سیم هادی تشکیل شده که در یک پوشش واحد قرار گرفته‌اند.شکل ۳-۳۷ نماد شماتیک این نوع کابل را نشان می‌دهد. این نماد شبیه به نماد رشته سیم شیلد شده است با این تفاوت که یک خط دیگر بعنوان هادی نیز اضافه شده است.

اگر کابل پنج رشته داشته باشد، دایره (بیانگر وجود شیلد) باید پنج خط افقی داشته باشد.

قطعات حالت جامد

قطعات حالت جامد کثرت و تنوع زیادی داشته و شامل ترانزیستورها، سلول‌های خورشیدی و دیگر قطعات خاص می‌گردند.

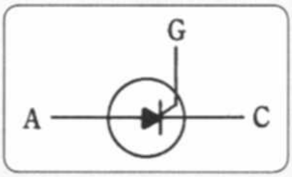
شکل ۳-۳۸ علامت اولیه یک دیود یا یکسوساز را نشان می‌دهد. این نماد یک سر اتصال



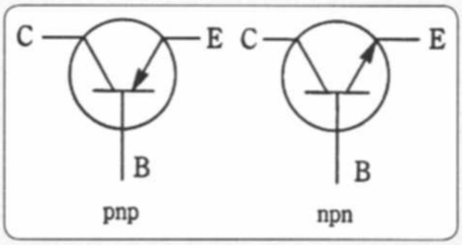
شکل ۳-۳۸. *نماد شماتیکی دیود (یا یکسوساز).*



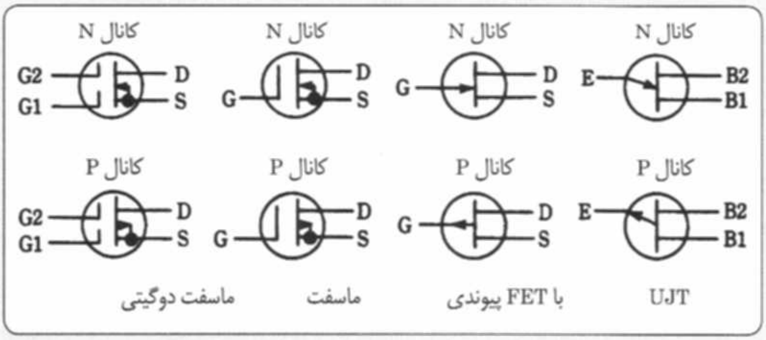
شکل ۳-۳۹. *نماد شماتیک دیگر انواع دیودها.*



شکل ۳-۴۰. *نماد شماتیکی یک یکسوساز کنترل شده سیلیکونی(SCR).*



شکل ۳-۴۱. *نماد ساده ترانزیستورهای دوقطبی.*



شکل ۳-۴۲. *نماد شماتیکی دیگر انواع ترانزیستورها.*

پیکان‌دار است که به یک سطح تخت وصل می‌شود. روش‌های مختلفی جهت نمایش دیود وجود دارد اما متداول‌ترین آن همین است. دیودها از مواد ژرمانیومی، سیلیکونی یا سلنیومی ساخته می‌شوند. اما نماد آنها یک شکل است. دیودهای خاص شامل انواع ورکتور، زنر و دیود تونلی هستند. نماد شماتیکی این دیودها در شکل ۳-۳۹ ترسیم شده است. در این نمادها مجدداً از نشانهٔ پیکان استفاده شده است اما در برخی از حالات، سطح ترسیمی دیگر مسطح نیست. تمام این نمادها در یک دایره احاطه شده‌اند. در نماد دیود ورکتور، یک نشانهٔ کوچک خازن در داخل دایره وجود دارد، به همین دلیل این نماد اضافه گردیده است. اغلب دیودهای زنر و تونلی بدون دایره ترسیم می‌شوند و گاهی اوقات با همان نماد دیود معمولی نشان داده می‌شوند ولی در لیست قطعات توضیحاتی در مورد آنها ارائه می‌گردد.

یک یکسو ساز کنترل شونده سیلیکونی یا تریستور یک دیود خاص سه پایه است و نماد شماتیکی آن در شکل ۳-۴۰ نشان داده شده است. مجدداً، یک دایره استفاده شده وپایه عنصر سوم (گیت) با یک خط مورب به خروجی فلش وصل شده است. در همه این موارد، پایه‌ای که به ورودی فلش متصل شده، آند قطعه و پایه متصل به خط عمودی، کاتد نام دارد.

شکل ۳-۴۱ نماد شماتیکی اولیه ترانزیستورهای دو قطبی را نشان می‌دهد. دو مدل npn، pnp نشان داده شده است. تنها تمایز بین این دو، جهت فلش‌ها است.

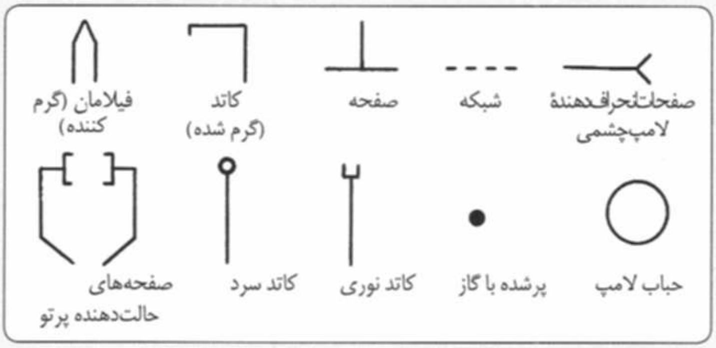
در نوع pnp فلش به سمت خط مسطح یا الکترود بیس اشاره دارد.

در نوع npn جهت فلش معکوس است.

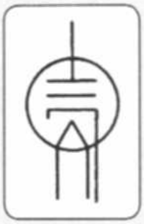
گاهی اوقات دایره‌ای که نمادها را محاط می‌کند حذف می‌شود. ولی این یک استاندارد کاربردی نیست.

انواع دیگری از ترانزیستورها وجود دارد. (شکل ۳-۴۲)

در تمام موارد، یک فلش در ارتباط با خط افقی استفاده شده و کل نماد در یک دایره قرار



شکل ۳-۴۳. *نماد شماتیکی انواع المان‌های لامپ‌ها.*



شکل ۳-۴۴. *نماد شماتیک برای یک لامپ خلأ دیودی (دو قطبی).*

گرفته است. ترانزیستورها را می‌توان از مواد ژرمانیومی یا سیلیکونی ساخت اما نماد شماتیکی آنها نوع ماده نیمه‌هادی بکار رفته در آن را مشخص نمی‌کند.

لامپ‌های خلاء

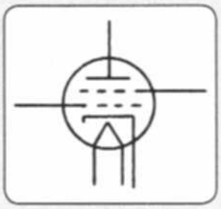
اگر چه لامپ‌های خلأ در ساختمان مدارهای الکترونیک در یکی دودههٔ اخیر استفاده نمی‌گردند ولی در خیلی طرحی‌های که از این وسیله استفاده می‌کردند هنوز وجود دارند. جهت ترسیم نماد برای لامپ خلأ تعدادی نماد اضافه می‌شوند که هر کدام معرف یک المان لامپ هستند. شکل ۳-۴۳، نماد شماتیکی این المان‌ها که عموماً در طراحی شماتیک‌ها بکار می‌روند را نشان می‌دهد.

شکل ۳-۴۴ نماد شماتیکی برای یک لامپ خلأ دیودی را نشان می‌دهد. این قطعه دو عنصری از یک صفحه و یک کاتد تشکیل شده است. یک فیلامان جهت گرم کردن کاتد بکار می‌رود بنابراین در واقعیت از سه نماد جهت نمایش این نوع لامپ استفاده می‌شود. در اصطلاح الکترونیک، اغلب فیلامان بخشی از کاتد به حساب می‌آید.

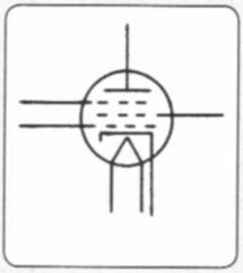
ملاحظه می‌کنید که جهت نمایش نماد این عنصر از نمادهای صفحه قبل استفاده شد. همه المان‌ها دریک دایره محصور شده‌اند. گاهی اوقات در بعضی طراحی‌ها دایره حذف می‌گردد که



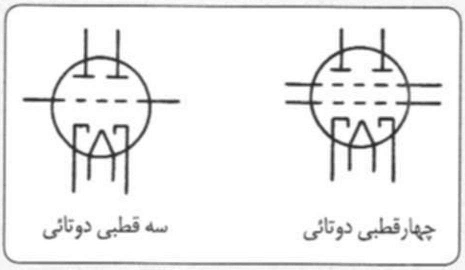
شکل ۳-۴۵. *نماد شماتیک برای یک لامپ خلاء تریودی (سه الکترودی).*



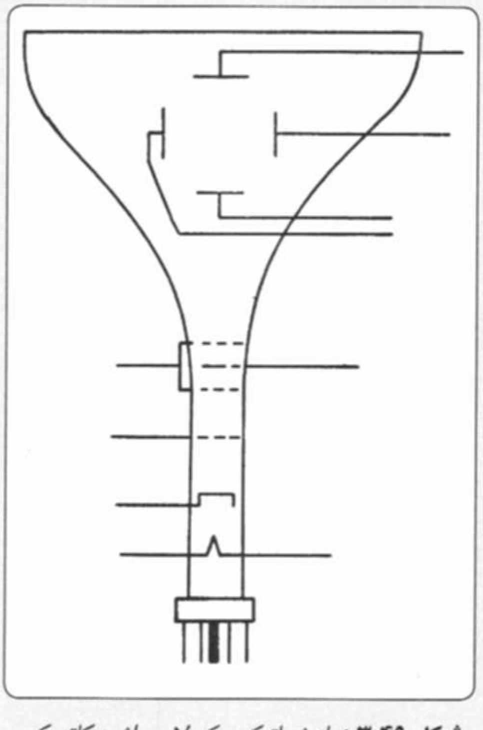
۳-۴۶. نماد *لامپ خلاء ترودی (چهار الکترودی)*



شکل ۴۷-۳. نماد لامپ خلاء پنتود (پنج قطبی).



شکل ۴۸-۳. نمادهای شماتیکی جهت شناسائی دو مدل لامپ خلأ دوتائی.



شکل ۴۹-۳. نماد شماتیکی یک لامپ اشعه کاتدیک.

این حالت تأیید شده و عملی نیست.

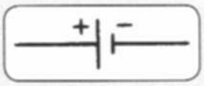
شکل ۳-۴۵ لامپ خلأ تریود (سه قطبی) را نشان می‌دهد که شامل همان عناصر لامپ دیودی گفته شده بوده و یک خط چین به عنوان شبکه به آن اضافه شده است. لامپ تترودی دارای دو شبکه است که جهت نمایش آن یک خط چین اضافی ترسیم می‌گردد (شکل ۳-۴۶) شکل ۳-۴۷ مدل دیگری از این لامپ‌ها را نشان می‌دهد.

تعدادی از لامپ‌های خلأ از دو لامپ تشکیل گردیده و در یک محفظه واحد جا داده شده‌اند و به دولامپی معروفند مثل لامپ‌های تریود یا تترود دوقلو. شکل ۳-۴۸ نماد شماتیکی این مدل لامپ‌ها را نشان می‌دهد.

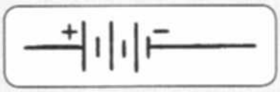
لامپ اشعه کاتدیک نوع ویژه‌ای از لامپ‌های خلأ است که نماد شماتیکی آن در شکل ۳-۴۹ نشان داده شده است. شکل محفظه از تصویر نشان داده شده است ولی مابقی المان‌ها مثل: کاتدها، صفحات، شبکه‌ها و فیلامان‌ها همانند نمونه‌های قبلی است.

باتری‌ها

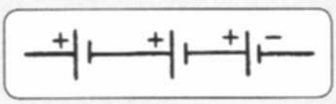
در مدارهای الکترونیک، باتری جهت تأمین نیروی برق مدار (بعنوان منبع تغذیه) استفاده می‌شودو از نظر شماتیکی باید نماد مشخصی داشته باشد تا سازنده مدار و همچنین تعمیرکاران، از محل باتری آگاهی یابند. شکل ۳-۵۰ نماد شماتیکی برای یک باتری تک سلولی را نشان می‌دهد. یک باتری تک سلولی مانند شکل، معمولاً ۱/۵ ولت ولتاژ مستقیم خروجی دارد. باتری‌های با ولتاژ بالاتر از ترکیب چند باتری تک سلولی بدست آمده و نماد شماتیکی آنرا در



شکل ۳-۵۰. *نماد شماتیک یک باتری تک سلولی.*



شکل ۳-۵۱. *نماد شماتیک یک باتری چند سلولی.*



شکل ۳-۵۲. *نماد شماتیک سه باتری تک‌سلولی سری‌شده.*

شکل ۵۱-۳ می‌بینید و به آن باتری چند سلولی گفته می‌شود.

نماد یک باتری چند سلولی، به شکل ساده، نماد چند باتری تک سلولی است که به شکل سری به هم متصل شده باشند. شکل ۵۲-۳ نماد شماتیکی سه باتری تک سلولی سری شده را نشان می‌دهد. تفاوت بین سه باتری سری شده با یک باتری چند سلولی را به خوبی متوجه می‌شوید.

ملاحظه می‌کنید که علامت پلاریته منفی و مثبت در هر نماد شماتیکی لحاظ گردیده است. گاهی اوقات این علامت‌ها حذف می‌گردند و آنگاه بایستی به یاد داشته باشید که خط عمودی بلندتر معرف قطب مثبت و خط عمودی کوتاه‌تر معرف قطب منفی است.

در استاندارد طراحی، این علامت‌ها نیز در طرح‌های شماتیکی بایستی وجود داشته باشند، ولی تعدادی از طراحان این مطلب را نادیده می‌گیرند و کسانی که در حال خواندن این نقشه‌ها هستند بایستی آنرا کشف کنند.

دیگر نشانه‌های شماتیکی

علائم شماتیکی بسیاری وجود دارند که در عمل با آن مواجه می‌شوید. پیوست ۱ جزئیات کامل نمادهای شماتیکی که در الکترونیک کاربرد دارند را نشان می‌دهد.

علاوه بر نمادهایی که در این فصل شرح داده شد، شما می‌توانید. نماد سرفیش‌های نر و ماده، سلونوئیدها، کریستال‌های پیزو الکتریک، لامپ، میکروفن‌ها، میترها (دستگاه‌های اندازه‌گیری مثل اهم متر)، آنتن‌ها و دیگر قطعات الکترونیک را ببینید. به نظر، به خاطر سپردن تمام این نمادها غیرممکن و یا طاقت‌فرساست، اما کار برد و شناسایی صحیح آنها به مرور زمان در ذهن ملکه می‌گردد.

بهترین راه جهت حفظ کردن این نمادها بدینگونه است که شماتیک مدارهای ساده را خوانده و نمادهایی که نمی‌توانید شناسایی کنید را با مراجعه به این فصل پیدا کنید. پس از چند ساعت تعداد بیشتری قطعه برای شما قابل تشخیص شده و پس از یک هفته، به سادگی می‌توانید نقشه‌های شماتیک پیچیده را بخوانید.

خلاصه فصل

نمادهای شماتیکی، سیستم خاص خودشان را دارند اما اغلب آنها بر پایهٔ ساختمان فیزیکی قطعات یا ساختار کاری آنها نمایش داده می‌شوند. نمادهای شماتیکی اغلب نمایانگر یک گروه از قطعات هستند که با همدیگر در ارتباط هستند.

بعنوان مثال: مدل‌های مختلفی از ترانزیستورها وجود دارد اما همه آنها به یک شکل نمایش

داده می‌شـوند. یک تغییر جزئی در نماد آنها ،به گونه‌ای دیگر از قطعات اشـاره می‌کنند. اما همه آنها را می‌توان به سادگی در دسته ترانزیستورها قرار داد.

همین قوانین برای لامپ‌های خلأ نیز صدق می‌کند.

همه مقاومت‌ها با نمادی شـبیه چند دندانه اره مشـخص می‌شـوند. اما بعضـی از آنها اجزاء دیگری دارند که معرف کاربرد خاص آن‌هاسـت. هر چند نمادهای شماتیک سیستم خودشان را دارنـد امـا از یک منطق پیروی می‌کنند که باعث می‌گردد با یک مطالعه سـریع به توان، در این حوزه تسلط پیدا کرد.



فصل چهارم

مدارهای ساده الکترونیک

دو دیدگاه آکادمیک جهت آموزش کشیدن وخواندن نقشه‌های شماتیک به افراد وجود دارد. یک آموزشگاه معتقد است که یادگیری خواندن نقشه‌ها مقدم بر یادگیری ترسیم آن‌هاست. آموزشگاه دیگر اعتقاد دارد دانشجویان بایستی خواندن نقشه‌های شماتیک را از طریق ترسیم آنها بیاموزند. من بهترین‌های هر دو روش را با حمایت از ترکیب این دو را بدست آوردم.

مطمئناً شما بایستی ابتداء نمادهای (علائم) بنیادی را یاد بگیرید. پس از آن باید تلاش نمائید که تا می‌توانید طرح‌های شماتیکی را بخوانید. هر گاه حس کردید این فرایند خسته کننده شده، اقدام به ترسیم طرح شماتیکی خود کنید.

با مرور چند باره در دوره آموزش، معلومات کامل‌تری در این زمینه بدست خواهید آورد. به همین دلیل شما بایستی نیمی از وقت مطالعاتی خود را به خواندن نمادها و نیمی دیگر را به ترسیم آنها اختصاص دهید.

این فصل با خواندن و ترسیم مدارهای الکترونیکی فوق العاده ساده سروکار دارد که هم به شکل شماتیکی و هم تصویری نشان داده می‌شوند. با استفاده از این روش شما واقعاً می‌توانید مدارها و طرز ترسیم شماتیک آنها را درک کنید. بعضی از مدارهای شماتیکی تجاری، با این روش تولید می‌شوند.

اگرچه در اغلب نمونه‌ها، یک مدار، ابتداء به صورت نقشه شماتیکی طراحی شده و سپس

از روی شماتیک، ساخته و آزمایش می‌گردد. در مدارهای سطح بالای آزمایشگاهی، تعدادی اشکال در مدار خودنمایی می‌کند که حذف، تعویض یا اصلاح قطعات را ناگزیر می‌سازد.

زمانیکه این تغییرات در مدار ساخته شده آزمایشی صورت گرفت، نتیجه نهایی در طرح شماتیک نیز اعمال می‌گردد. در پایان، نقشه شماتیک صحیح نهایی، ماحصل یک کار تئوریک در طراحی، آزمایش واقعی و اصطلاح و بهبود آن است.

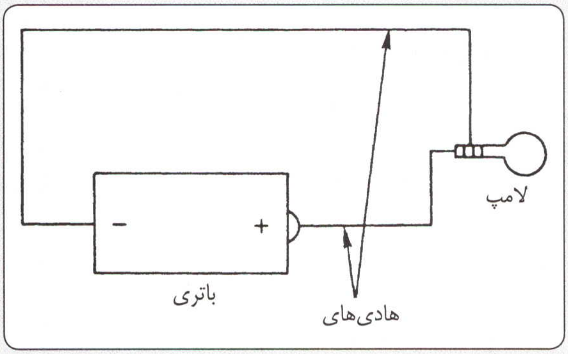
آغاز کار

شکل ۱-۴ یک مدار ساده را نشان می‌دهد که همیشه ما از آن استفاده می‌کنیم. این یک مدار چراغ قوه، بدون بدنه اصلی می‌باشد. چراغ قوه از یک باطری و یک لامپ الکتریکی تشکیل شده است. این نمایش تصویری همچنین سیم‌های هادی، که به لامپ و باتری متصل شده‌اند را نشان می‌دهد. سیم‌های هادی مسیر جریان بین باتری و لامپ را ایجاد می‌کنند. جریان به ترمینال منفی باتری برمی‌گردد. در این شکل تصویری، ترمینال‌های مثبت و منفی نیز مشخص شده‌اند.

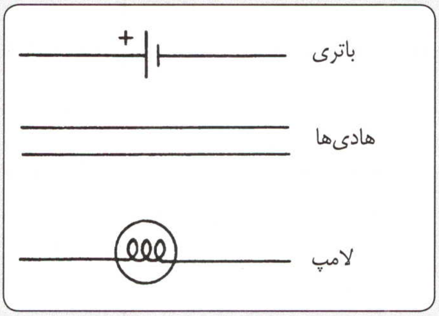
جهت ایجاد نقشه شماتیک این مدار ساده، بایستی سه نماد شماتیکی را بشناسیم. شکل ۲-۴ نمادهای باتری، سیم هادی و لامپ را نشان می‌دهد.حال با دانستن نمادهای لازم، آنها را بر پایهٔ شکل ظاهری مدار که در طرح تصویری آن می‌بینیم مونتاژ می‌کنیم.

با ترسیم نماد باتری شروع می‌کنیم. باتری را به عنوان قلب مدار در نظر می‌گیریم. همه تغذیهٔ مدار از آن نشأت می‌گیرد.

بعد از آن علامت لامپ می‌آید که در نزدیکی باتری ترسیم می‌شود. سعی کنید نمادهای شماتیک را در یک خط ترسیم نمایند.



شکل ۱-۴. *تصویر مدار چراغ قوه.*



شکل ۲-۴. *نمادهای شماتیک برای باتری، سیم هادی، لامپ، عناصر تشکیل دهنده مدار چراغ قوه.*

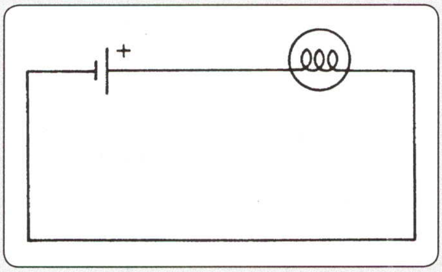
در اینجا نماد لامپ در سمت راست ترمینال مثبت باتری قرار می‌گیرد. پس از ترسیم این دو نماد به راحتی می‌توان نماد سیم‌های هادی را بین این دو ترسیم نمود. می‌بینید که در تصویر مدار دو سیم هادی به کار رفته و در این طرح شماتیک نیز به خوبی استفاده شده است.

شکل ۳-۴ طرح شماتیک کامل را نشان می‌دهد که معادل طرح تصویری می‌باشد، که از روی آن کار کردیم.

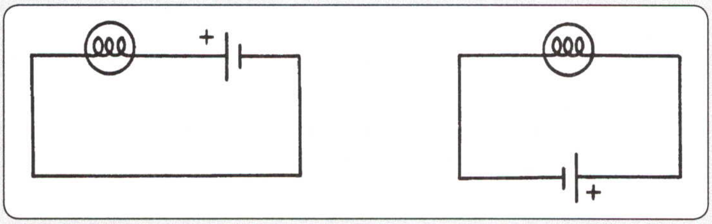
طرح شماتیک بیان شده تنها راه نمایش این مدار ساده نیست اما هرگونه طرح شماتیکی به نمادهای پایهٔ مطرح شده، نیاز دارد. تنها تغییر می‌تواند در محل قرارگیری نمادها رخ دهد. شکل ۴-۴ روش‌های دیگر جهت بیان همین مدار را نشان می‌دهد. همه آنها از لحاظ الکتریکی معادل یکدیگر هستند اما از لحاظ ظاهری و محل قرارگیری المان‌ها، متفاوتند.

ملاحظه می‌کنید که در هر حالت، نمادها به شکل صحیح ترسیم شده‌اند. این مدار از یک باتری تک سلولی استفاده می‌کند بنابراین نماد باتری تک سلولی به همراه علامت قطب مثبت و منفی بکار رفته است.

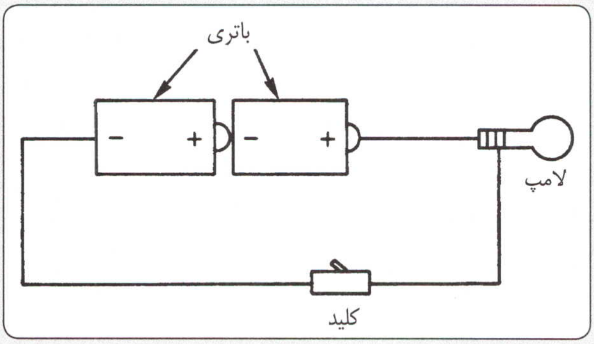
حال اجازه دهید تغییرات کوچکی در این مدار انجام دهیم تا مهارت بیشتری در خواندن و ترسیم مدارهای شماتیک بدست آوریم. شکل ۵-۴ همان مدار اولیه قبلی را نشان می‌دهد با این



شکل ۳-۴. *نمودار شماتیکی مدار قبلی.*



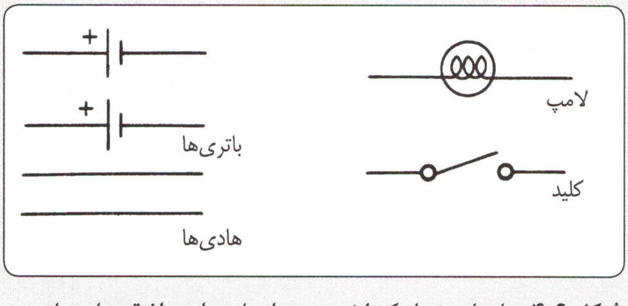
شکل ۴-۴. *روش‌های مختلف نمایش مدار چراغ قوه.*



شکل ۴-۵. *تصویر مدار چراغ قوهٔ دیگر که از دو باتری سری استفاده می‌کند.*

تفاوت که یک باتری دیگر و یک سوئیچ به آن‌ها اضافه شده‌اند.

این پیکرهٔ بندی در مورد تمام چراغ قوه‌ها صادق است. با بررسی طرح تصویری، شما می‌توانید ببینید که این شماتیک شامل دو نماد باتری، سیم‌های هادی، لامپ و یک کلید روشن / خاموش (ON/OFF) است. کلید تنها نماد جدیدی است که به این مدار اضافه می‌شود و نماد باتری تک سلولی نیز دوباره تکرار می‌شود. شکل ۴-۶ نمادهای لازم جهت ترسیم یک مدار شماتیک دقیق را نشان می‌دهد. مجدداً نمادها بر روی کاغذ به همان ترتیبی که قطعات فیزیکی



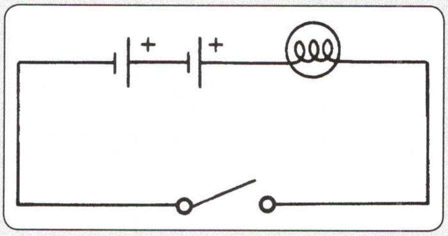
شکل ۴-۶. *نمادهای شماتیک لازم جهت ایجاد مدار چراغ قوه با دو باتری.*

به همدیگر متصل شده‌اند، ترسیم می‌گردند.

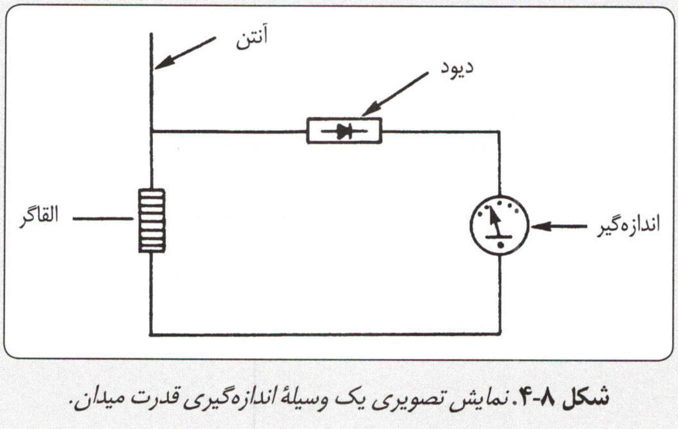
نقشه شماتیک نهایی در شکل ۷-۴ نشان داده شده است. ملاحظه می‌کنید در این نقشه دو نماد باتری تک سلولی به صورت سری ترسیم شده است و علامت قطبیت آنها نیز مشخص گردیده است. در حالت سری، قطب مثبت یک باتری به قطب منفی باتری دیگر وصل می‌شود. مانند مدار قبل دو سیم از باتری منشعب می‌شود اما یکی از آنها به سوئیچ و در نهایت به لامپ وصل می‌گردد. کلید در حالت خاموش (OFF) نمایش داده شده است که این یک روش معمول جهت نمایش آن است.

تبریک میگوییم! شما حالا می‌دانید یک چراغ قوه به وسیله نمادهای شماتیکی چگونه نمایش داده می‌شود.

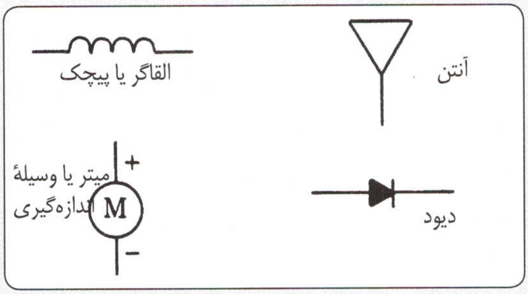
اکنون زمان آن فرا رسیده که به مدارهای با پیچیدگی بیشتری بپردازیم. شکل ۸-۴ وسیله‌ای را نشان می‌دهد که به آن اندازه‌گیر قدرت میدان می‌گویند. این طرح یک نمایش تصویری از این وسیله بوده و مدار آن شامل یک آنتن، یک دیود، یک میتر (وسیله اندازه‌گیری) و یک پیچک است. در این مبحث مقادیر این قطعات مهم نیست. جهت ترسیم این مدار به شکل شماتیکی بایستی از نمادهای آنتن، دیود، پیچک، میتر و مقاومت متغیر استفاده نمود (شکل ۹- ۴).



شکل ۷-۴. *نماد شماتیکی مدار چراغ قوه با دوباتری.*



شکل ۸-۴. *نمایش تصویری یک وسیلهٔ اندازه‌گیری قدرت میدان.*



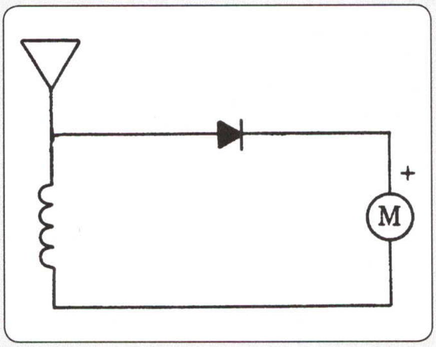
شکل ۹-۴. *نمادهای شماتیکی که جهت ترسیم نقشه شماتیک مدار اندازه‌گیر قدرت میدان استفاده می‌شوند.*

با استفاده از روشی که در مثال قبل استفاده شد شما می‌توانید طرح شماتیکی این وسیله را در کوتاه‌ترین زمان ترسیم نمایید. فقط کافیست نمادهای آن را به همان ترتیب که قطعات مدار بهم وصل شده‌اند (در نمودار تصویری)، بهم وصل نمایید.

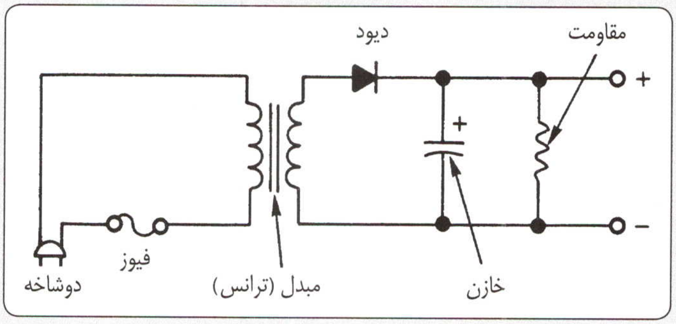
شکل ۱۰-۴ تصویر احتمالی یک شماتیک کامل شده را نمایش می‌دهد. ملاحظه می‌کنید که این طرح فقط شامل جایگزینی نمادهای شماتیکی با قطعات واقعی می‌شود. مانند قبل، لازم نیست این اجزاء مانند محل واقعی قطعات، به ترتیبی که نشان داده شد، قرار گیرند. اما آنها بایستی دقیقاً مانند آنچه در مدار مشخص شده به همدیگر متصل شوند وگرنه شکل نمایش داده شده صحیح نخواهد بود.

حال یک فکر جدید شکل می‌گیرد. نمودار شماتیکی قبلی را با نقشه جاده مقایسه کنید. از یک نقشه راه انتظار می‌رود آنچه یک راننده به شکل عملی تجربه می‌کند را به صورت دقیق مشخص کند.

نمودار شماتیکی هم کار مشابهی انجام می‌دهد. ما می‌توانیم تشابه بیشتری بین این دو پیدا کنیم. مثلاً بزرگراه‌ها در یک نقشهٔ راه، شهرها و روستاها را به هم وصل می‌کند. همانگونه که



شکل ۱۰-۴. *نمودار شماتیک کامل مدار اندازه‌گیری قدرت میدان.*



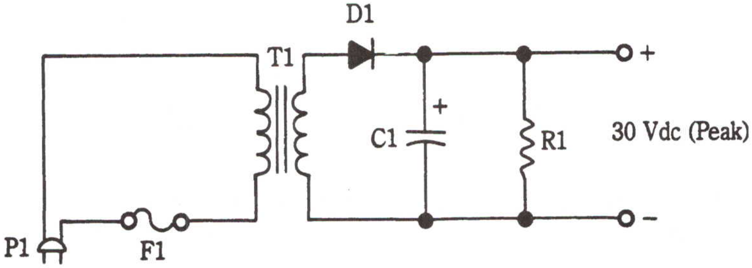
شکل ۱۱-۴. *نمودار شماتیکی منبع تغذیه DC ابتدائی.*

سیم‌های هادی، در نمودار شماتیکی، قطعات را بهم وصل می‌کنند. و شباهت دیگر در مورد شهرها و روستاهاست. یک نقشهٔ راه به یک راننده کمک می‌نماید تا از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر برود همانطور که در نمودار شماتیکی، مسیر جریان از قطعه‌ای به قطعهٔ دیگر ادامه می‌یابد.

مثال سادهٔ دیگر برای طرح شماتیک در شکل ۱۱-۴ نشان داده شده است. این یک منبع تغذیهٔ ولتاژ مستقیم است که با برق شهر کار می‌کند. با خواندن شماتیک از چپ، یک دو شاخهٔ نری برق که به سیم‌پیچ اولیه ترانس (سمت چپ) از طریق یک فیوز وصل شده است. سیم پیچ ثانویه ترانس (سمت راست) با یک دیود سری شده است. یک خازن الکترولیت (به علامت + توجه کنید) به شکل موازی به خروجی یکسوساز و پایهٔ دیگر سیم‌پیچ ثانویه متصل است. همچنین یک مقاومت موازی به خازن الکترولیتی بین همان دو نقطه متصل شده است. مدار کامل‌شده می‌تواند در اندازهٔ کوچک یا بزرگ باشد که بستگی به ولتاژ و جریان خروجی دارد.

بخاطر وجود خروجی دو قطبی منبع تغذیه DC، علامت‌های مثبت و منفی جهت مشخص کردن این دو قطب بکار می‌رود.

هر منبع تغذیه نیم موج مشابه این مدار از یک دیود، خازن و مقاومت مشابه مدار قبلی استفاده می‌کند. چه خروجی ولتاژ ۵V با جریان یک آمپر باشد، چه ۵۰۰۰V با جریان ۵۰ آمپر، نقشه شماتیکی یکسان است. این بدان منظور نیست که مشخصه‌های اضافی را نمی‌توان به این مدار و در نهایت به نقشه شماتیک آن اضافه کرد بلکه دو مدار منبع تغذیه DC که از یک طرح ابتدائی استفاده می‌کنند با همدیگر مشابه هستند. فارغ از مقادیر قطعات استفاده شده راننده شکل ۱۲-۴ همان نقشه شماتیک قبلی را نشان می‌دهد اما هر قطعه با یک اسم «الفبایی / عددی» نامگذاری شده است. این اسامی ما را به لیست قطعات که به نقشه پیوست می‌شود ارجاع می‌دهند. حال شما می‌توانید ببینید که این شماتیک خاص از یک ترانس با اولیه ۱۱۵V و ثانویه ۱۲V، یک دیود با پیک ولتاژ معکوس ۵۰ ولت و جریان موافق ۱ آمپر و خازن مقدار ۱۰۰ میکرو فاراد ۵۰V و یک مقاومت ۱۰۰۰۰ اهم یک وات کربنی و در آخر یک فیوز ۰/۵ آمپر



C1 - خازن الکترولیتی ۱۰۰ میکروفاراد ۵۰ ولت مستقیم
D1 - دیود ۱ آمپر با پیک ولتاژ معکوس ۵۰ ولت
F1 - فیوز نیم آمپر ۱۲۵ ولت
P1 - دوشاخه نری برق
R1 - مقاومت کربنی ۱۰۰۰۰ اهم ۱ وات
T1 - ترانس با اولیه ۱۱۵ و ثانویه ۱۲ ولت ۱ آمپر

شکل ۱۲-۴. *شماتیک نشان داده‌شده در شکل ۱۱-۴ به همراه مشخصات الفبائی و رقمی قطعات.*

استفاده می‌کند.

این نقشه شماتیک جنبهٔ عملی داشته و با استفاده از آن می‌توان یک منبع تغذیهٔ DC ساخت. بدون ارجاع نقشه شماتیک به مقادیر قطعات، این نقشه هیچ کاربرد عملی ندارد حتی اگر تمامی قطعات را مشخص کرده باشیم.

حروفی که جهت شناسائی قطعات استفاده می‌شوند کم و بیش استاندارد هستند. ملاحظه می‌کنید که به همراه هر حرف یک عدد «۱» آمده‌است. بطور مثال نامگذاری T۱ معرف قطعهٔ ترانس و عدد «۱» بیانگر اولین ترانسی می‌باشد که در مدار استفاده شده است.

اگر دو ترانس در مدار استفاده شده بود یکی با عنوان T۱ و دیگری با عنوان T۲ برچسب می‌خورد.

این اعداد به موقعیت مناسب آنها در جدول لیست قطعات اشاره داشته و به هیچ درد دیگری نمی‌خورند.

دیود با عنوان D۱ ارجاع داده می‌شود از که حرف D به صورت استاندارد برای بیان این قطعه استفاده می‌شود. استاندارد سازی یک فرآیند جهانی نیست. بطور نمونه در بعضی جاها دیود را با عنوان SR۱ نیز نام گذاری می‌کنند.

SR به یکسوساز سیلیکونی (Silicon Rectifier) اشاره دارد. دیودهای زنر را با عنوان ZD برچسب می‌زنند. این برچسب گذاری کمی متفاوت است هرچند این حروف در نزدیک علامت قطعه نوشته می‌شوند. به همین خاطر اگر حرف D۱ با SR۱ تعویض شود شکی باقی نمی‌ماند که این حرف به نماد دیود اشاره دارد. در مثال قبل، لزومی ندارد کنار حروف، عدد آورده شود زیرا

از هر قطعه یکبار استفاده شده است. این یک مثال عملی استاندارد جهت بیان حروف و اعداد می‌باشد تا از سوء تعبیر جلوگیری کند.

در طرح‌های خیلی پیچیده الکترونیک چند صد قطعه استفاده می‌گردد که تعداد زیادی از آنها از یک خانواده هستند و بعنوان مثال: اگر شما نام D۱۰۱ را ببینید بطور حتم مشخص می‌شود که حداقل ۱۰۱ دیود در مدار وجود دارد و اگر بخواهید نوع و مقدار آنرا بدانید بایستی در جدول لیست قطعات به دیود ۱۰۱ مراجعه کنید. شکل ۱۳-۴ حروف تخصیص یافته جهت انواع قطعات الکترونیکی را نشان می‌دهد. این نام‌گذاری کمی متغیر است و به سبک و مهارت شخصی که طرح را ایجاد می‌کند، بستگی دارد. یادگیری این بخش خیلی ساده است. اکثر

آنتن	ANT
باتری	B
خازن	C
برد مدار	CB
(به ندرت، هر دیودی) دیود زنر	CR
دیود	D
گوشی	EP یا PH
فیوز	F
لامپ	I
مدار مجتمع	IC
پریز ـ خروجی ـ سرفیش ماده	J
رله	K
(معمولاً فرکانس صوتی) القاگر ـ چُک	L
دیود نورانی	LED
میتر ـ اندازه‌گیر	M
(به ندرت) لامپ نئون	N
دوشاخه	P
فتوسل	PC
ترانزیستور	Q
مقاومت	R
چک فرکانس رادیوئی	RFC
رله	RY
کلید	S
بلندگو (اسپیکر)	SPK
یکسوساز سلنیومی	SR
ترانس ـ ترانسفورمر ـ مبدل	T
مدارمجتمع	U
لامپ خلاء	V
رگولاتور ولتاژ	VR
(معمولا نوع لامپی) سلول خورشیدی	X
(به ندرت) کریستال	XTAL یا Y
مشخصهٔ دیاگرام بلوکی اسمبل مدار	Z
(به ندرت) دیود زنر	ZD

شکل ۱۳-۴. *تخصیص حروف برای قطعات عمومی الکترونیک.*

نامگذاریها از حرف اول نام قطعه استفاده می‌کنند. اگر نام قطعه پیچیده باشد، مانند یکسوساز کنترل شده سیلیکونی، حروف اول هر کلمه به صورت مخفف استفاده می‌شود، مانند SCR۱. در این نامگذاری از حرف S به تنهایی نمی‌توان استفاده نمود زیرا آنرا برای کلید استفاده می‌کنیم.

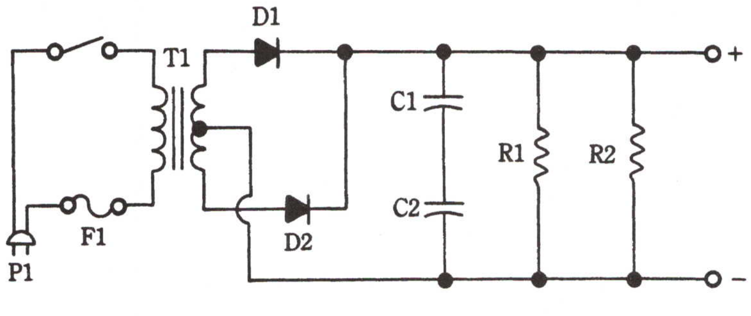
حرف R جهت نامگذاری مقاومت تخصیص یافته است. بنابراین قطعاتی مانند رله (RELAY) که نام آنها با حرف R شروع می‌شود بایستی نام مخفف دیگری داشته باشند مانند RY۱. هنگامی که با سیستم نمادها و مخفف‌های آشنا شوید، کل مراحل این کار منطقی به نظر می‌رسد.

شکل ۴-۱۴ طرح شماتیکی و لیست قطعات یک مدل منبع تغذیهٔ DC پیچیده‌تر را نشان می‌دهد. خیلی از قطعات و نقشه مدار، مشابه طرح شماتیکی منبع تغذیهٔ قبلی است.

هرچند بخشهایی به مدار اضافه شده و تعدادی از قطعات تکرار شده‌اند. ملاحظه می‌کنید که نام‌های مخفف برای قطعات مشابه یکسان است، اما عددها با توجه به تعداد قطعات استفاده شده، در حال رشدند.

با وجود اینکه تعدادی از قطعات مقادیر مشابه دارند ولی نام‌های مخفف آنها اعداد جداگانه‌ای دارند (در لیست قطعات). هنگام ساختن مدار از یک نقشه شماتیک، بایستی از حواس خود نیز در به تصویر کشیدن مدار استفاده کنیم.

قبلاً بیان کرده بودیم که از خطوط تکی جهت نشان دادن سیم‌های هادی در طرح‌های



C1 - C2 - خازن‌های الکترولیتی ۱۰۰میکروفاراد، ۱۰۰ ولت مستقیم
D1 - D2 - دیودهای ۲ آمپر با پیک ولتاژ معکوس ۱۰۰ ولتفیوز ۲ آمپر ۲۵۰ ولت
F1 - دوشاخه نری برق
P1 - مقاومت ۱۰۰۰۰۰ اهم کربنی نیم وات
R1, R2 - کلید یک پل یک راهه ۳ آمپر
S1 - ترانس با اولیه ۱۱۵ ولت و ثانویه ۲۰ ولت ۱ آمپر
T1 -

شکل ۴-۱۴. *شماتیک و لیست قطعات یک منبع تغذیهٔ DC.*

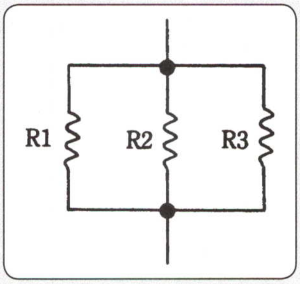
شماتیکی استفاده می‌شود. این مطلب در بیشتر موارد صادق است هرچند یک سیم هادی می‌تواند در عمل بخشی از پایهٔ قطعات باشد.

فاصلهٔ قطعات از یکدیگر در فرایند ساخت مدار مشخص می‌کند که برای اتصال آنها به هم نیاز به هادی یا سیم اضافی هست یا خیر.

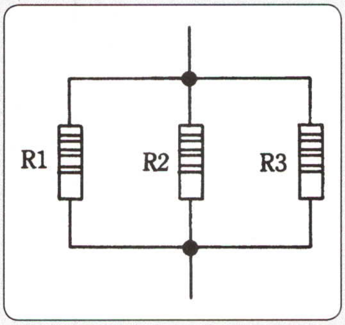
من متوجه شدم که این مطلب کمی گیج کننده است. شکل ۱۵-۴ به روشن شدن این بحث کمک می‌کند. مدارنمایش داده شده سه مقاومت دارد که همهٔ آنها به شکل موازی به یکدیگر متصل شده‌اند. کل مدار را در نظر بگیرید، یک سیم هادی به قسمت پایین R۱ و R۲ متصل شده و سیم هادی دیگر بین پایه‌های پایینی R۲ و R۳ متصل گردیده است. دو سیم هادی دیگر، پایه‌های بالایی را اتصال داده‌اند.

در عمل، ممکن است این روش انجام نشود و این سه قطعه با پیچیده پایه‌های آنها به هم متصل گردند. (شکل ۱۶-۴)

بدیهی است که شما می‌خواهید مدارهای الکترونیک را با قطعاتی بسازید که حداقل سیم‌کشی بین همدیگر را داشته باشند و از طریق پایه قطعات بتوان اتصال بین آنها را برقرار کرد.



شکل ۱۵-۴. *یک مدار ساده که از سه مقاومت موازی تشکیل شده است.*



شکل ۱۶-۴. *دیاگرام تصویری مدار شکل ۱۵-۴.*

البته در مثال بالا اگر سه مقاومت در کل مدار پخش شده باشند استفاده از سیم‌های هادی جهت اتصال آن‌ها الزامی است.

این ساختار حرفه‌ای، از ساعت‌ها کار بر روی مدارهای ساده الکترونیک و تبدیل آنها به مدارهای پیچیده، شکل گرفته است. خیلی از کتاب‌های معتبر الکترونیک توصیه به خواندن مدارها می‌کنند در حالیکه در این کتاب بر دو جنبه خواندن و کشیدن بیشتر تکیه می‌شود.

کاربرد نقشه‌های شماتیک در عیب یابی

اگرچه نقشه‌های شماتیک جهت ساخت دستگاه‌های الکترونیکی استفاده می‌شوند اما آنها ما را جهت عیب یابی مدارها به ویژه زمانی که مشکل گسترش پیدا می‌کند، یاری می‌کنند. خواندن نقشه‌های شماتیک کافی نیست.همچنین لازم است نوع کارکرد قطعات الکترونیکی و وظایف آنها در مدار و کارکرد مدارهای پایه را بدانیم.

به یاد داشته باشید که مسئله این نیست که شما چقدر در عیب یابی مدارهای الکترونیکی حرفه‌ای هستید بلکه اغلب کارهای تعمیراتی بدون داشتن یک نقشه شماتیک از دستگاه‌های تحت عیب‌یابی در واقع یک سردرد واقعی است. نقشه‌های شماتیک مدارها، را به وضوح توضیح می‌دهند. آنها عناصر مختلف مدار را به شیوهٔ کاملاً منطقی و قابل فهم نمایش می‌دهند.

هنگامیکه یک مدار را از روی طرح شماتیکی آن می‌سازیم معمولاً شبیه شماتیک آن نیست. این در مورد مدار ساده چراغ قوه که بحث شد صادق نیست ولی در مورد اغلب مدارهای پیچیده صادق می‌باشد.

ساختن یک مدار الکترونیکی پیچیده با قرار دادن قطعات در محل مرتبط با نقشه شماتیک، کاری ناشدنی است.

نمودارهای شماتیکی عملاً قطعات را به شکل گسترده نمایش می‌دهند. دلیل اینکه نمودارهای شماتیکی از لحاظ فیزیکی کوچک‌تر از دستگاه نهایی هستند در این است که نمادهای شماتیکی از قطعات واقعی که نمایش می‌دهند کوچک‌تر می‌باشند. طبیعتاً، نمودارهای شماتیکی دو بُعدی بوده. در حالی که قطعات الکترونیکی خودشان سه بُعدی هستند. کافیست نگاهی به داخل یک گیرنده تلویزیونی یا دیگر وسائل الکترونیکی بیندازید. تا متوجه پیچیدگی آنها شویدکه بدون استفاده از نقشه‌های شماتیک، عیب یابی آنها غیر ممکن است.

اگر کمی در مورد قطعات الکترونیکی و طرز کار آنها در مدارهای گوناگون بدانید، یک نقشه شماتیک می‌تواند محل احتمالی عیب را بدون استفاده از وسایل اندازه گیری مشخص نماید. با اندازه گیری پارامترهای مختلف مدار در این نقاط بحرانی و مقایسهٔ آن با یافته‌های خود، می‌توانید یک برآورد سریع از مسئله بدست آورید.

بعنوان مثال، اگر یک نقشه شماتیک، ارتباط مستقیم بین دو قطعه را در یک مدار نشان دهد و با کنترل کردن با اهم متر معلوم شود که مقاومت بین دو نقطه، مقدار خیلی بالایی است، بنابراین می‌توانیم فرض کنیم که سیم هادی قطع شده پایهٔ لحیم شده یک قطعه شکسته و تولید قطعی کرده است. بطور مشابه اگر نقشه شماتیک اندازه یک مقاومت را ۱۰۰ نشان دهد ولی عقربهٔ اهم متر مقدار خیلی زیادی را نشان دهد، ممکن است این دلالت بر سوختن مقاومت ۱۰۰ اهم داشته باشد.

گاهی اوقات افراد مبتدی در امر عیب یابی و خواندن نقشه‌های شماتیکی تصور می‌کنند که یک تعمیرکار حرفه‌ای می‌تواند با مراجعه به نقشه‌های شماتیک سریعاً محل دقیق بخش خراب (معیوب) را به سادگی تشخیص دهد. این مطلب شاید در مورد مدارهای ساده درست باشد اما بندرت در مورد طرح‌های پیچیده صدق می‌کند. اغلب، نقشه‌های شماتیک به یک تعمیرکار، یک حدسِ علمی برای مشخص کردن محل احتمالی عیب می‌دهند اما تشخیص دقیق و صحیح معمولاً نیاز به تست دارد. دلیل تست کردن ساده است. نقص فنی یک دستگاه الکترونیکی لزوماً در یک نقطه و به یک علت نیست. اغلب دلایل، احتمالی بسیاری باعث ایجاد یک عیب می‌گردند. بعنوان مثال، اگر یک مدار فعال نمی‌گردد و هیچ ولتاژی در نقاط اتصال که در نقشه مشخص شده‌اند مشاهده نمی‌گردد، یک تشخیص مطمئن عدم عبور جریان از المان‌های مدار است چه چیزی باعث بروز این عیب در عبور جریان شده است؟ آیا قطعه‌ای در منبع تغذیه سوخته است؟ ایا سیم برق دستگاه بطور اتفاقی از پریز جدا شده است؟ آیا سیم هادی بین خروجی تغذیه و ورودی دستگاه الکترونیکی قطع شده است؟آیا فیوز سوخته است؟

در این حالت با توجه به شیوه‌های گوناگون و استاندارد تست، به سختی می‌توان به نقشه‌های شماتیک تکیه کرد. یک تکنیسین امید دارد با توجه به نقشه شماتیک، نقطهٔ اتصالی که خروجی منبع تغذیه را مشخص می‌کند، پیدا کند.

اگر او ولتاژ این نقطه را تست نموده و مقدار آن عادی باشد، سپس بایستی شک کرد که مشکل در نقطه‌ای در داخل مدار نهفته است.

نقشه‌های شماتیک و خواندن تجهیزات تست به ما کمک می‌کنند تا به شیوهٔ مدون مشکل مدار را از نقطه‌ای از آن که کارکرد صحیحی دارد بررسی کنیم و تا جایی پیش برویم که نقطه عیب را پیدا کنیم.

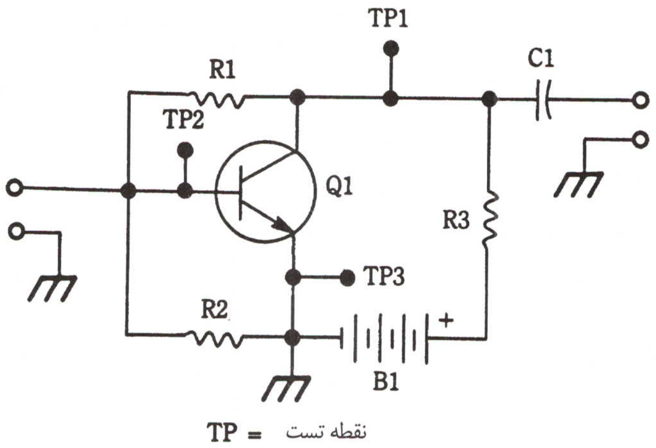
از همان مثال استفاده می‌کنیم. اگر هیچ خروجی از منبع تغذیه وجود نداشته باشد، تکنیسین می‌داند که بایستی نقطه قبل از این عیب را مورد بررسی قرار دهد. او تست مدار را تا زمانی ادامه می‌دهد تا به نقطه‌ای با کارکرد صحیح برسد و فرآیند را به سمت جلو پیش می‌برد. با استفاده از نقشه شماتیک تکنیسین شاید تا منبع اصلی تغذیه یعنی ۱۱۵ ولت متناوب خانگی هم برسد.

همهٔ این‌ها را بدون نقشه شماتیک نیز می‌توان انجام داد. هرچند در اغلب مدارها، مسیر

تست می‌تواند بارها چند شاخه شود. به مرور زمان که شما در عیب یابی مدارهای الکترونیک متبحر می‌شوید، اطلاعات بدست آمده از نقشه‌های شماتیک نیز ارزشمندتر می‌گردند. مدار چراغ قوه شکل ۷-۴ را به یاد آورید. هرچند نقشه شماتیک مشخص نکرده ولی دو باتری سری بایستی بازده پتانسیل ۳V داشته باشند. تعدادی از نقشه‌های شماتیک، مقادیر حداقل و حداکثری ولتاژ نقاط تست را مشخص می‌کنند. بعداً در این مورد بیشتر توضیح می‌دهیم.

فرض کنید چراغ قوه کار نمی‌کند و لازم است به وسیله ولت متر و نقشه شماتیک، مدار را تست کنید. ابتدا ولتاژ دو طرف باتری‌های سری را اندازه می‌گیریم. با قرار دادن پروب مثبت به قطب مثبت هر باتری و پروب منفی به قطب منفی آن، بایستی ۱/۵ ولت داشته باشیم. اگر هر دو صفر باشند، می‌توان نتیجه گرفت که هر دو باتری تخلیه است. اگر ولتاژ یکی عادی و دیگری صفر بود، بنابراین یکی از آنها باید جایگزین شود. اگر دو باتری وضعیت نرمالی داشته باشند سپس بایستی سر سیم ولت‌متر را بر روی لامپ قرار داد. در این حالت ولتاژ ۳V در شرایط کارکرد نرمال انتظار می‌رود. اگر در اینجا سه ولت خوانده شود، سپس شما می‌بایستی سریعاً با مطالعهٔ نقشهٔ شماتیک متوجه شوید که ایرادکجاست. صحیح است! لامپ سوخته است. مدار نشان می‌دهد که مسیر جریان از طریق لامپ می‌گذرد.

اگر جریان از لامپ عبور نماید، لامپ می‌بایست روشن شود. اگر ولتاژ در پایهٔ لامپ وجود داشته باشد بنابراین جریان می‌بایست از طریق آن عبور کند مگر اینکه لامپ سوخته باشد. به عبارتی دیگر فرض کنید ولتاژ مناسبی را در قطب‌های باتری دارید اما هیچ ولتاژی به محل لامپ نمی‌رسد. بدیهی است که بایستی یک قطعی بین این دو قطعه مدار وجود داشته باشد. سه سیم هادی وجود دارند که شامل: یکی بین قطب منفی باتری و یکی از پایه‌های لامپ و دومی بین قطب مثبت باتری و کلید و آخری بین کلید و پایهٔ دیگر لامپ می‌باشد. بدیهی است که یکی از این سیم‌ها قطع شده یا اتصال آن با قطعات مناسب نیست و یا در نهایت قسمت، کلید خراب است. با نیم نگاهی به نقشه شماتیک می‌توانیم جهت تشخیص خرابی کلید، پروب منفی ولت متر را روی قطب منفی باتری قرار داده و پروب مثبت را بر روی ورودی کلید وصل کنید. اگرولتاژ صحیحی روی ولت‌متر خوانده شد، می‌توان نتیجه گرفت که کلید خراب است. اگر هنوز هم ولت‌متر ولتاژ مناسبی را نشان نمی‌دهد، داشته یا اتصال یک لحیم لق شده یا شکسته است. نتیجه می‌گیریم که سیم‌های هادی قطعی مسلماً این یک نمونه اولیه از عیب یابی مدارها با استفاده از نقشه‌های شماتیک بود. اما فرض کنید مدار چراغ قوه خیلی پیچیده است و شما هیچ چیزی در مورد آن نمی‌دانید. بنابراین نقشه شماتیک بعنوان یک دستیار گرانبها در کنار فرآیندهای استاندارد تست با ولت متر، به شما کمک می‌کند. این فرآیندهای آزمایش در زمان تست یک مدار پیچیده الکترونیک بارها و بارها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اغلب نمونه‌ها موضوع این نیست که طرح مدار چقدر مشکل به نظر می‌رسد، زیرا این‌ها در واقع ترکیبی از



شکل ۱۷-۴. *نقشه شماتیک یک مدار ساده الکترونیک به همراه نقاط تست.*

مدارهای ساده هستند که هرکدام نیاز به تست‌های منحصر به خود دارند. شکل ۱۷-۴ یک مدار ساده الکترونیکی (البته بخشی از آن) را به گونه‌ای نشان می‌دهد که به تعمیر کار الکترونیک کمک بیشتری می‌کند. این مدار شامل یک ترانزیستور و تعدادی قطعات دیگر است. ملاحظه می‌نمائید که نقاط تست (مخفف TP) در نقاط مختلف مدار در نظر گرفته شده است. در زمان عیب یابی، یک تکنیسین، ولت متر را بین این نقاط و زمین مدار قرار داده و مقادیر ولتاژ را قرائت می‌کند.

در اغلب مدارهای الکترونیک، مقدار واقعی ولتاژ با مقدار طراحی (اسمی) از ۱۵ تا ۲۰ درصد اختلاف دارند. این اطلاعات معمولاً در پایین نقشه‌های شماتیک درج می‌گردد.

اگر مقدار خوانده شده در همان، تکنیسین به صورت تجربی پی‌می‌برد که این بخش از مدار کار می‌کند. هرچند اگر مقدار خوانده شده صفر یا خارج از رنج باشد تعمیرکار پی می‌برد که این قسمت از مدار یا مدارهایی که این بخش را تغذیه می‌کنند، ایراد دارد. این روش بیش از آنچه که علائم در مدارهای الکترونیک مشخص می‌کنند به یک، تکنیسین کمک می‌کنند.

امروزه، خیلی از طرح‌های شماتیکی که به همراه تجهیزات الکترونیکی ارائه می‌گردند نه تنها در امر عیب یابی بلکه در تست‌های اصلی و مراحل تنظیم دستگاه کمک شایانی به تعمیرکارها می‌کنند. به عنوان راهنمایی بیشتر، تصویرهای قطعه چینی ممکن است ضمیمه گردند تا کمک موثری به فرآیند عیب یابی نمایند. این مطلب در فصل بعدی به تفصیل ارائه خواهد شد.

انواع دیگر تخصیص نام

هرچند بیان شد که روش عملی استاندارد برای نام گذاری قطعات الکترونیک روش نامگذاری «حرفی/عددی» است، اما شکل‌های دیگر نیز قابل قبول است.

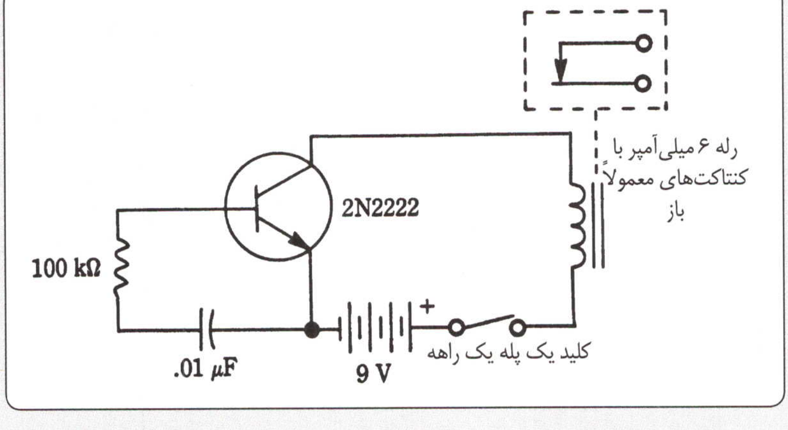
شکل ۱۸-۴ یک نقشه شماتیک ساده الکترونیکی را نشان می‌دهد که شامل لیست کامل قطعات است و از نامگذاری «حرفی/عددی» استفاده نمی‌کند. در اینجا قطعات فقط با علائم شماتیکی آنها مشخص می‌شوند. هر چند اسامی اختصاص داده شده به قطعات درکنار آن نوشته درج شده و همچنین مقادیر این قطعات نیز نوشته شده‌اند.

با استفاده از مثال نشان داده شده، پی‌می‌بریم که نوع ترانزیستور ۲N۲۲۲۲ می‌باشد و مقدار مقامت استفاده شده ۱۰۰KΩ می‌باشد. علاوه بر این، مقدار خازن نیز یک صدم میکرو فاراد است.

گاهی اوقات عبارتی در پایین طرح شماتیکی بیان می‌گردد تا اطلاعات تکمیلی در مورد این نامگذاری‌ها بدهد. بطور مثال شاید نوشته شود:. «همهٔ خازن‌ها برحسب میکرو فاراد هستند» یا «همهٔ مقاومت‌ها برحسب اهم هستند».

با استفاده از این نوع راهنما (کلید)، افرادی که نقشه‌های شماتیکی را مطالعه می‌کنند فقط با مقادیر سروکار دارند. در نمونه‌های مشابه، ممکن است مقاومت‌ها را با عنوان ۱۰۰K و خازن‌ها را با ۰/۱۰ مشخص کنند که این روش معمول در نامگذاری قطعات در نقشه‌های شماتیک است. گاهی اوقات نیز سیستم «حرفی / عددی» با این سیستم ترکیب می‌شود.

در اینجا بخشی از لیست قطعاتارائه شده و با استفاده از سیستم عددی/ حرفی ارجاع داده می‌شود. تمامی قطعات در لیست، فقط شامل مقادیر آن‌هاست.



شکل ۱۸-۴. *طرح شماتیکی ساده با مقادیر قطعات و نام آنها و یا در مورد تراتریستور، شماره واقعی سفارش آن.*

ترکیب نمودار شماتیک و دیاگرام

گاهی اوقات یک نقشه شماتیک و یک نمودار دیاگرام با هم ترکیب می‌شوند. این روش در شکل ۱۹-۴ نشان داده شده است و زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که بخواهیم بخشی از مدار را به شکل ویژه نشان داده و بخصوص در ارتباط با دیگر قسمت‌های مدار به توضیح خاصی تاکید داشته باشیم.

شکل، یک تقویت‌کننده بافر را که در یک فرستنده RF استفاده شده نشان می‌دهد.

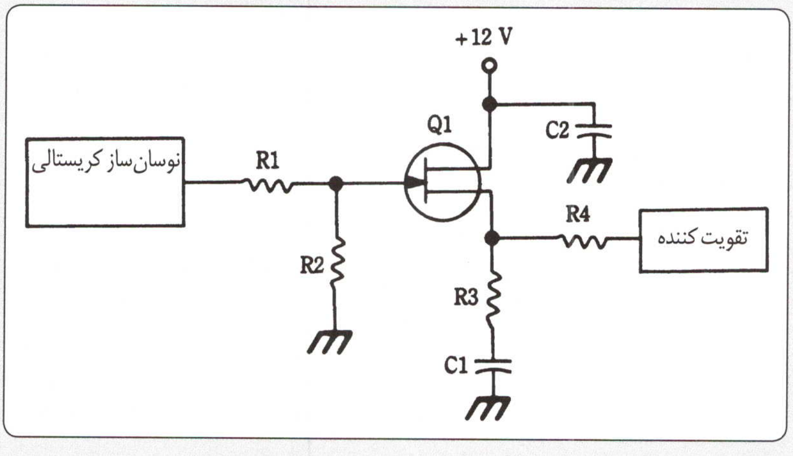
نقشه شماتیک کامل فقط شامل بخش بافر مدار است در حالیکه نمودار دیاگرام که در ارتباط با این بخش ارائه شده، اسیلاتور اصلی و تقویت‌کننده را مشخص می‌کند.

این طرح دو هدف را دنبال نماید، اول از همه، شخصی که بخش شماتیک نمودار را مطالعه می‌کند می‌تواند جزئیات قطعات ساخته شده در مدار بافر را بررسی نماید. این شخص همچنین می‌تواند بلوک‌های نمودار اطلاعاتی راجع به محل این مدار در دستگاه را بدست آورد.

نمودار «شماتیک /بلوکی» نمایش داده شده مشخص می‌کند که ورودی مدار بافر از اسیلاتور اصلی آمده و خروجی آن به تقویت‌کننده وصل می‌شود.

ترکیب دیگر نمودار شماتیک و نمودار بلوکی می‌تواند بخش‌های مشابه دیگر دستگاه را شرح دهد. شکل ۲۰-۴ نمونه‌ای دیگر را نشان می‌دهد که در آن بخش اسیلاتور اصلی به شکل ویژه به نمایش در گرفته شده و مشخص می‌کند که خروجی آن به مدار بافر متصل است که در نهایت به مدار تقویت‌کننده ختم می‌شود.

تنها اطلاعات جدیدی که در این بخش بدست می‌آید، محتویات قسمت شماتیکی و



شکل ۱۹-۴. *ترکیب نمودار شماتیک و دیاگرام.*

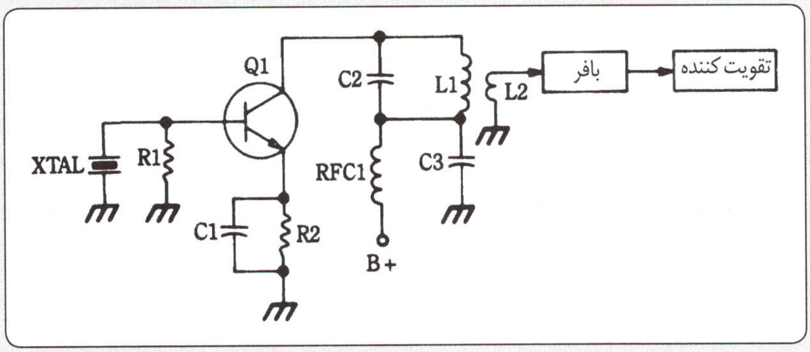
شماتیکی مربوط به اسیلاتور اصلی است.

بلوک دیاگرام ساده مبدل AC به DC فصل دوم (شکل ۱-۲) را به خاطر بیاورید. شکل ۲۱-۴ شماتیک آن را نمایش می‌دهد. با مقایسه این دو، متوجه می‌شوید که در شماتیک (شکل ۲۱-۴)، بجای برچسب گذاری بلوک‌ها، کلید قطعات مشخص شده‌اند. کلیه قطعات نمایش داده شده‌اند در مقایسه با بلوک‌های برچسب گذاری شده شکل ۲۲-۴ چگونگی ارتباط بلوک دیاگرام (شکل ۱-۲) و نقشه شماتیک را نشان می‌دهد.

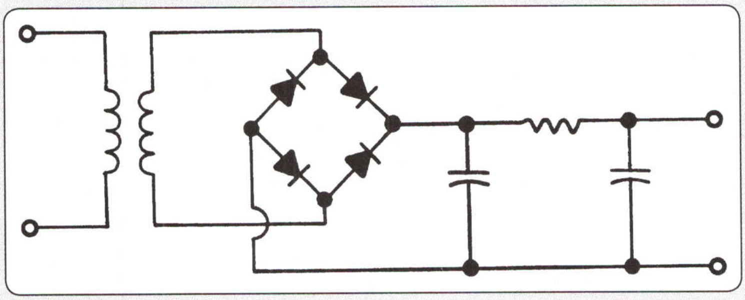
اگر در بلوک دیاگرام طبقه‌ای را فراموش کنید، مطمئناً در زمان ترسیم نقشه شماتیک متوجه آن خواهید شد.

شرح مختصر مدار: ورودی در سمت چپ قرار دارد. سیگنال به ترانس وارد شده تا نسبت مناسب جهت تبدیل شدن به سیگنال DC را فراهم کند. چهار دیود در آرایش لوزی، یکسوساز موج مربعی AC به DC را تشکیل می‌دهند که تبدیل اصلی را انجام می‌دهند.

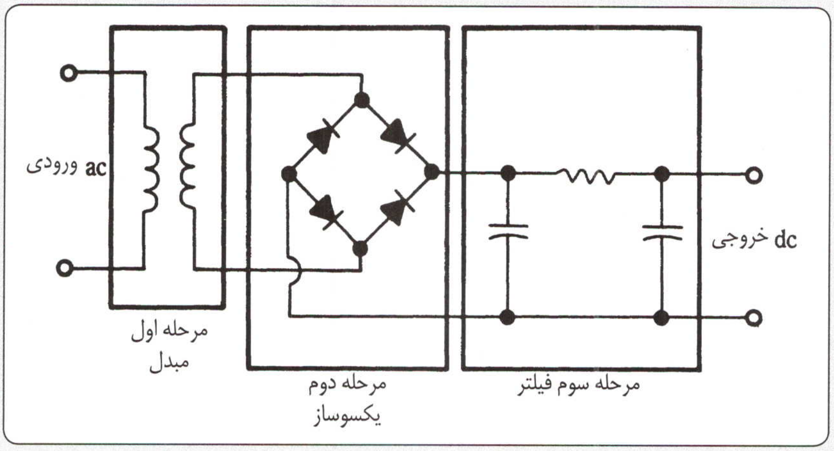
در طبقه آخر، فیلتر موجگیر، قبل از اینکه سیگنال، به خروجی نهایی برسد، سطح آنرا صاف می‌کند. در فصل ۶ تصویر قطعه چینی آن مورد بحث قرار می‌گیرد.



شکل ۲۰-۴. *مثال دیگری از یک نمودار شماتیک / بلوکی که یک قسمت آم متمایز*



شکل ۲۱-۴. *شماتیک ساده و ابتدائی مبدل AC به DC (مربوط به بلوک دیاگرام شکل ۱-۲).*



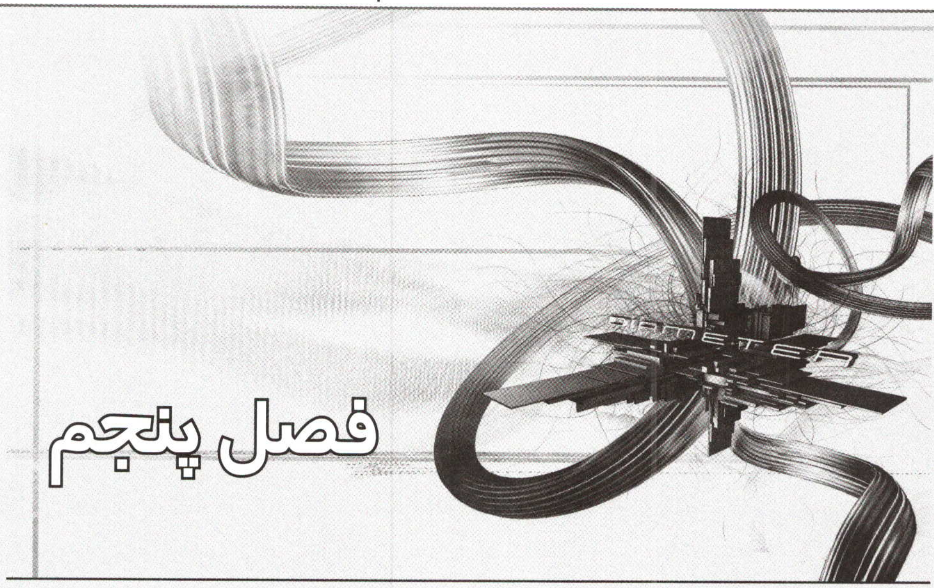
شکل ۲۲-۴. *نحوه ارتباط بلوک دیاگرام شکل ۱-۲ با شماتیک شکل ۲۱-۴.*

خلاصه فصل

این فصل، خلاصه‌ای از چگونگی خواندن و ترسیم مدارهای ساده الکترونیک را، از طریق مشاهده مدارهای واقعی کامل، در نمونه‌های مختلف، به ما نشان داد.

بعد از کمی تمرین، شما باید قادر باشید که طرح‌های شماتیک ساده را درک کرده و تجسم کنید که مدار کامل‌شده به چه شکل است.

با استفاده از مثال نقشه جاده فهمیدیم که یک جاده در واقعیت یک خط سیاه همانند آنچه در نماد آن استفاده می‌شود، نیست. یا می‌توانیم یک راه فرعی یا بزرگراه را با نگاه کردن به نماد آن تجسم کنیم مشابه این مطلب هنگام خواندن نمودارها شماتیکی هم صادق است. وقتی نماد یک خازن نشان داده می‌شود، می‌توانیم قطعهٔ واقعی را مجسم کرده و حتی ساختمان ظاهر فیزیکی آن را بخاطر بیاوریم. نمادشناسی زبان دوم ما شد و توانستیم با آن شروع به تفکر کنیم. زمانیکه به این سطح از مهارت رسیدیم، تفاوت ذهنی زیادی بین نقشه شماتیک، تصویر قطعه چینی مدار و مدار با تکمیل شدهٔ واقعی برایمان مطرح نخواهد بود.



فصل پنجم

ترکیب مدارهای ساده

خیلی از مردم هنگام خواندن و کشیدن نقشه‌های شماتیک، با پیچیدگی ظاهری، مدارها گمراه می‌شوند.

البته، هر کس می‌تواند مدارهای ساده‌ای که از یک یا دو ترانزیستور ساخته شده را بخواند، اما تقریباً محال است که در مدت زمان کوتاهی، نحوه آنالیز و تحلیل نقشه‌های شماتیک را یاد بگیرید!

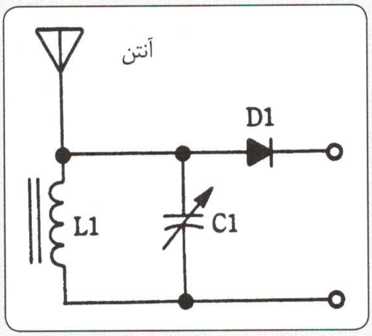
این مطلب همیشه صحیح نیست. چیز به خصوصی در مدارهای خیلی پیچیده وجود ندارد.

مدارهایی که در ظاهر خیلی پیچیده به نظر می‌رسند، همیشه از بلوک‌های ساختاری شکل گرفته‌اند که هر کدام از آنها مدارهای ساده‌ای هستند.

دستگاهی که از بیست ترانزیستور تشکیل شده است ممکن است در واقع بیست مدار ساده باشد که هر کدام از یک ترانزیستور استفاده‌ای با هم ترکیب شده‌اند.

مطمئنا ممکن استً در نگاه اول، این بررسی سطحی اولیه قابل ارزیابی نباشد. اما اگر نگاه دقیقتری به آن بیندازید می‌توانید قطعات مدارهای ساده‌تر را تشخیص داده و تمیز دهید. همچنین می‌توانید بفهمید که این مدارهای ساده چگونه ترکیب شده‌اند.

جهت روشن نمودن این نکته، شکل ۱-۵ یک مدار ساده رادیو کریستالی را نشان می‌دهد که از یک آنتن، یک پیچک، یک خازن متغیر و یک دیود تشکیل شده است. مطمئناً این نمونه



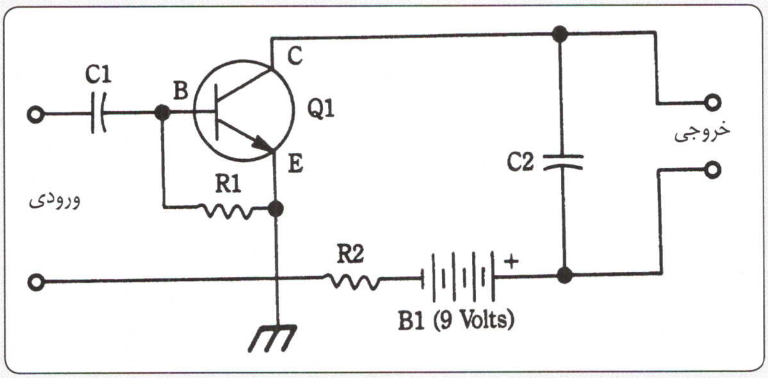
شکل ۱-۵. *نقشه شماتیک مدار یک رادیو کریستالی.*

را می‌توان در دسته مدارهای ساده قرار داد زیرا این مدار شامل چند قطعه به انضمام یک آنتن می‌باشد. اگر چند قطعه دیگر به این مدار اضافه نمایید، می‌توانید یک رادیو AM سازید.

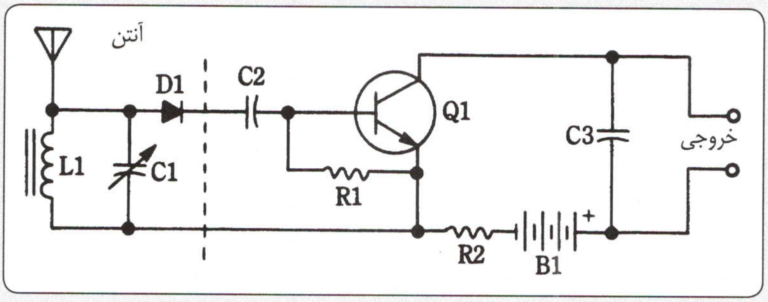
قطعه چهارم یک هدفون کریستالی است. هرچند هدف در اینجا ساختن یک گیرنده کریستالی ساده نیست، اما با همین چند قطعه می‌توانیم یک اشکارساز رادیویی AM که خروجی آن تقویت شده، است، تدارک ببینیم.

شکل ۲-۵ نقشه شماتیک دیگری از یک مدار پیش تقویت‌کننده صوتی تک ترانزیستوری را نشان می‌دهد. این مدار فقط از شش قطعه تشکیل شده است دو خازن، دو مقاومت، یک ترانزیستور، یک باتری ۹V.

این مدار قادر است سیگنال صوتی با دامنه کم را به عنوان ورودی پذیرفته و آن را با دامنه بالاتر به خروجی ارائه دهد. این مدار نیز خیلی ساده است و در چند دقیقه می‌توان آنرا ترسیم و در ده دقیقه می‌توان آنرا ساخت.



شکل ۲-۵. *مدار پیش تقویت کننده صوتی.*

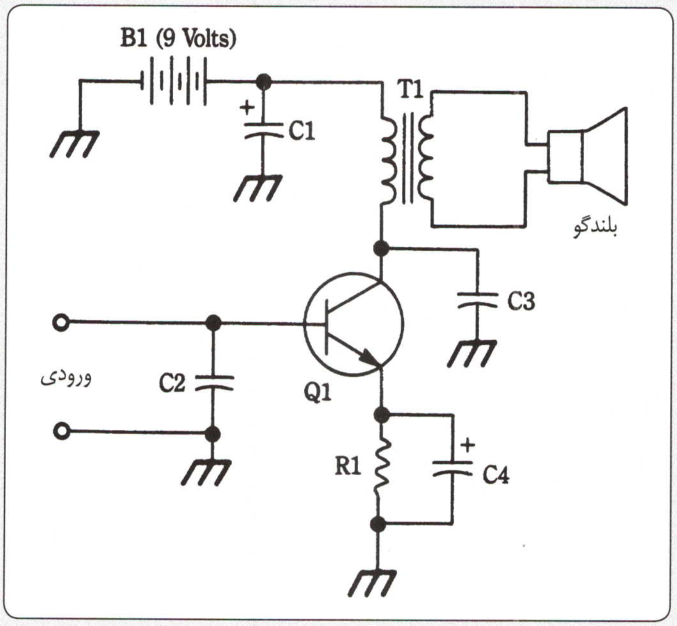


شکل ۳-۵. *ترکیب مدارهای تقویت کننده صوتی و رادیو کریستالی.*

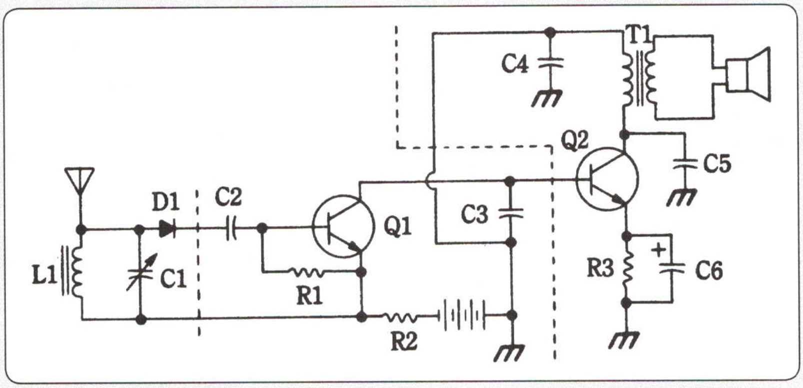
شکل ۳-۵ مدار پیچیده‌تری را نشان می‌دهد. آیا واقعاً اینگونه است؟ این مدار از ترکیب دو مدار ساده قبلی تشکیل شده و یک رادیو کریستالی تقویت شده یا یک آشکارساز با یک پیش تقویت‌کننده است. خطوط نقطه چین، جایی که دو مدار با همدیگر ترکیب شده‌اند را مشخص می‌کند.

اگر شما قادر باشید که نمادهای دو مدار رسم شده قبلی را آنالیز نمائید، مطمئناً می‌توانید این مدار را نیز تحلیل کنید.

مدار آخری که نشان داده شد، هنوز دامنه صوتی کمی دارد. هرچند به نسبت دامنه صوت



شکل ۴-۵. *مدار تقویت کننده صوتی.*



شکل ۵-۵. *مدار رادیو کامل.*

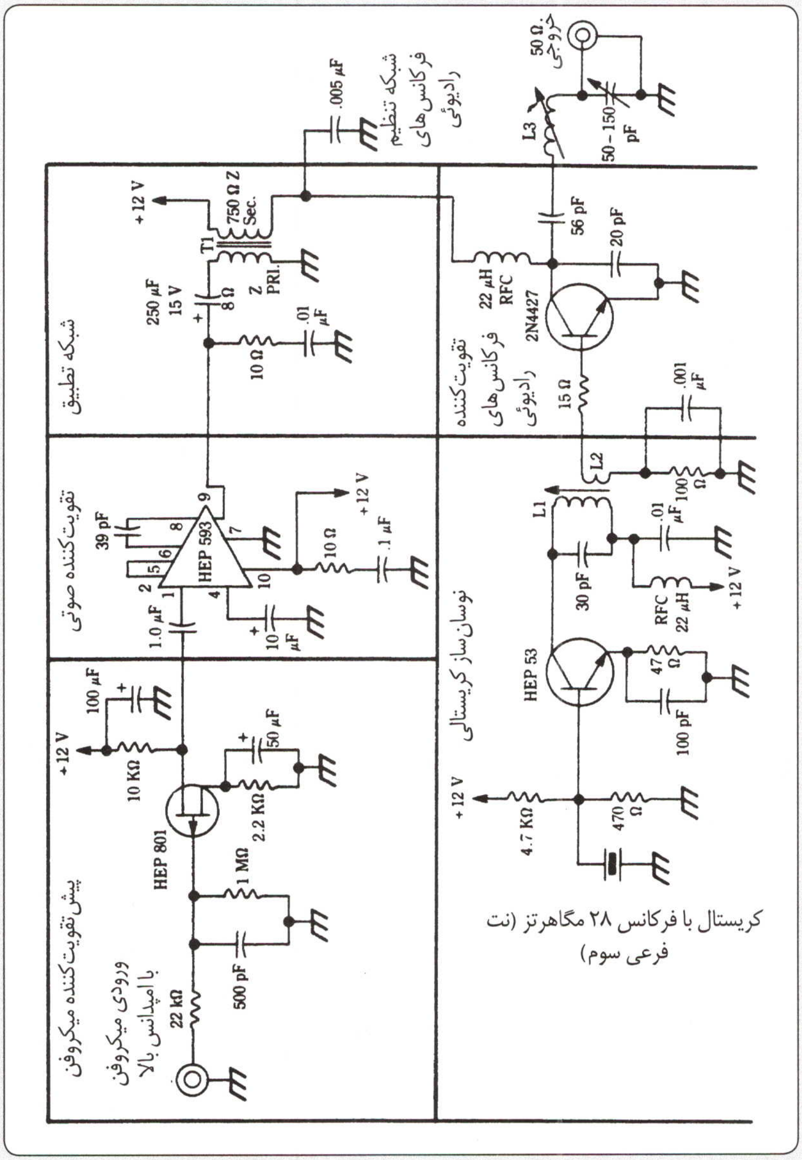
ورودی، قبل از طبقه تقویت‌کننده ترانزیستوری، خیلی بیشتر است. مقدار دامنه آنقدر نیست که بتوان آنرا به یک بلند گو متصل کرد. بنابراین مدار شکل ۴-۵ را می‌توان جهت افزایش دامنه سیگنال خروجی به حدی که صوت حاصله از یک بلندگو قابل شنیدن باشد، نزدیک نمود.

این مدار یک نمونه اولیه از طبقاتی است که در رادیو رومیزی AM شما مشاهده می‌شود.

مدار آخر یک تقویت‌کننده صوتی است و خروجی پیش تقویت‌کننده تک ترانزیستوری به آن وارد شده و دامنه سیگنال را افزایش می‌دهد. خروجی رادیوی کریستالی اولیه، توان راه اندازی این مدار را ندارد. بنابراین استفاده از طبقه پیش تقویت‌کننده الزامی است. ملاحظه می‌نمایید که مدار تقویت‌کننده صوتی هم به منبع تغذیه ۹V نیاز دارد می‌توان از باتری ۹V مدار پیش تقویت‌کننده استفاده نمود.

شکل ۵-۵ مدار کامل شده را نشان می‌دهد که خیلی پیچیده به نظر می‌رسد اما در واقع اینگونه نیست. این مدار در واقع ترکیبی از سه مدار ساده الکترونیکی است که هرکدام وظیفه متفاوتی را انجام می‌دهند.

اولین فرآیند جهت ساخت مدارهای الکترونیکی، فرآیند ترکیب است. ابتداء قطعات الکترونیک ترکیب می‌شوند تا مدارهای ساده شکل بگیرند. سپس، مدارهای ساده، ترکیب شده تا مدارهای پیچیده درست شوند و مدارهای پیچیده ترکیب می‌گردند تا تجهیزات الکترونیکی «چند منظوره/ چند کاره» را ایجاد نمایند و حتی این تجهیزات می‌توانند ترکیب شده تا سیستم‌ها، ایجاد شوند. سیستم‌ها با هم ترکیب می‌شوند تا شبکه‌های پیچیده ایجاد گردند. این گام بالاترین مرحله است که حتی می‌توان از این مرز نیز فراتر رفت.



شکل ۶-۵. *مدار یک فرستنده AM.*

تحلیل شماتیک‌های بزرگ

شکل ۶-۵ مدار فرستنده AM پیچیده‌تری را نشان می‌دهد.

همانطور که می‌بینید این مدار در شش بلوک متفاوت طبقه بندی شده است. هر کدام از این‌ها

از یک مدار الکترونیکی ساده شکل گرفته است.

شاید برای یک مبتدی لازم باشد که مانند همین نمونه، مدار را به بلوک‌های مجزا تقسیم کند تا درک بهتری از آنچه در مدار رخ می‌دهد داشته باشد.

این مدار را از نزدیک بررسی نموده و ببینید چه چیزی در آن اتفاق می‌افتد. اولین بخش (بالا- سمت چپ) یک پیش تقویت‌کننده میکروفن است. این مدار ساده شامل یک ترانزیستور اثر میدانی کانال P به همراه چند مقاومت و خازن است. وظیفه این مدار افزایش سطح سیگنال‌های خروجی از میکروفن است. بخش بعدی یک تقویت‌کننده صوتی است که از یک مدار مجتمع (آی‌سی) و چند مقاومت و خازن ساخته شده است. تقویت‌کننده صوتی، دامنه صوت ورودی از مدار پیش تقویت‌کننده را افزایش می‌دهد. مانند آنچه در مدار ساده رادیوی قبلی انجام می‌شد. در خروجی تقویت‌کننده صوتی یک شبکه تطبیق وجود دارد که از یک T۱ که یک ترانسفورمر مدولاسیون است تشکیل شده است.

حال به قسمت پایین سمت چپ مدار می‌رویم که بخش فرکانس رادیویی مدار است. بخش‌های قبلی با فرکانس صوتی سروکار داشتند. در ابتداء مدار اسیلاتور کریستالی وجود دارد که فرکانس رادیویی خروجی را تثبیت می‌کند.

این بخش در واقع مدار تک ترانزیستوری ساده‌ای می‌باشد که به شبکه اصلی کوپل شده است.

در خروجی L۲ یک طبقه تقویت‌کننده دیگر وجود دارد. اسیلاتور کریستالی سیگنال ایجاد شده به وسیله کریستال نت فرعی سوم که در گسترهٔ فرکانس‌های رادیوئی است را افزایش می‌دهد. پیش تقویت‌کننده میکروفن همان کار را ولی در محدوده فرکانس، صوتی انجام می‌دهد. تقویت‌کننده RF، سیگنال خروجی از اسیلاتور کریستال را تقویت می‌کند. همانگونه که مدار تقویت‌کننده صوتی در طبقه میکروفن انجام می‌دهد.

در آخر، شبکه تنظیم‌کننده فرکانس‌های رادیوئی، خروجی مدار تقویت‌کننده را با آنتن تطبیق می‌دهد این همان چیزی است که شبکه تطبیق در مدار تقویت‌کننده RF صوتی انجام می‌دهد اما در فرکانس‌های صوتی.

حال نگاه کلی به مدار بیندازید. آیا همه آن پیچیده است؟ در کل شش طبقه فقط چهار قطعه اکتیو (ترانزیستورها و آی‌سی) وجود دارد. این مدار به ظاهر پیچیده در واقع ترکیبی از شش مدار ساده است که می‌توان آنرا به سرعت خواند و درک نمود.

مهارت شما در این مرحله شاید شما را قادر به تفسیر و تحلیل هرکدام از بخش‌های مدار نکند. هرچند شما می‌بایست قادر به شناسایی تمام نمادهای شماتیکی در این شکل باشید حتی اگر لازم باشد به جدول علائم پیوست ۱ مراجعه کنید.

دانستن نمادها و علائم خیلی مهم است و بعد از مدتی، شما شروع به درک ترکیبی از نمادها

به عنوان نوع خاصی از مدارها (مثل تقویت‌کننده، اسیلاتور، شبکه تطبیق و غیره) می‌نمایید. بعنوان مثال: مدار اسیلاتور کریستالی را می‌توان با نمادهای کریستال (XTAL) نت فرعی سوم در پایه بیس ترانزیستور HEP۵۳ شناسایی نمود.

بطور کلی مدارها از سمت چپ صفحه آغاز و به سمت راست جریان می‌یابند این قانون همیشه صادق نیست به ویژه زمانی که از شماتیک، جهت توصیف دستگاه‌های خیلی پیچیده استفاده می‌گردد.

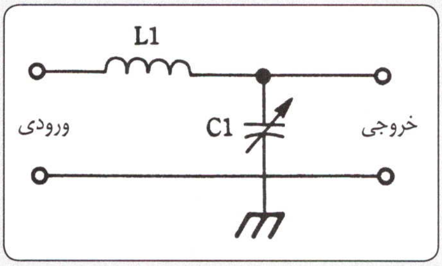
اگرچه در این مدار شش بخش آن وجود دارد اما دو بخش پیچیده هستند.بخش صوتی در بالای مدار یکی از آن‌هاست و دیگری قسمت فرکانس رادیویی (RF) در پایین مدار. ملاحظه کنید که بخش صوتی از سمت راست با ورودی میکروفن شروع شده و با مدارهای تقویت‌کننده صوتی و شبکه تطبیق به سمت راست ادامه می‌یابد. در این جا بخش صوتی مدار کامل می‌شود. بخش فرکانس رادیویی، از سمت چپ شروع و در نهایت به خروجی آنتن ۵۰Ω در سمت راست می‌رسد.

نقشه‌های شماتیک از یک ترتیب منطقی تبعیت می‌کنند. از همین نقشه بعنوان مثال استفاده می‌کنیم. شما می‌توانید ببینید که هیچ اتصال مستقیمی بین پیش تقویت‌کننده میکروفن و شبکه تطبیق وجود نداشته و فقط یک تقویت‌کننده صوتی در بین آنها قرار گرفته است شما می‌توانستید تقویت‌کننده صوتی را در سومین بخش بالائی قرار دهید و شبکه تطبیق را به بخش دوم منتقل کنید. هرچند این عمل نیاز به سیم کشی اضافی از اولین بلوک تا سومین بلوک داشته و با عبور موقت از بخش دوم، که در نهایت به خروجی تقویت‌کننده صوتی در بخش سوم متصل شود، دارد. این طراحی نیاز به ترسیم‌های خیلی پیچیده داشته و فهم نقشه‌ها را دشوارتر می‌کند.

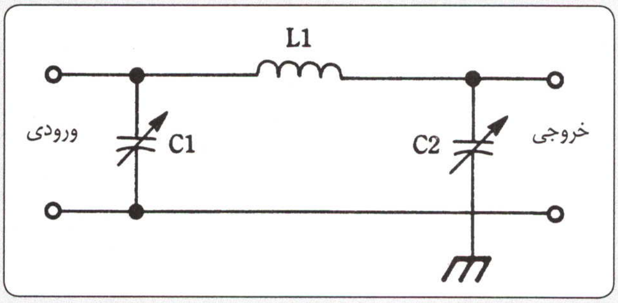
فرض بر این است که نقشه‌های شماتیک بر فهم ما از مدارها و نقشه‌ها بیفزایند نه اینکه پیچیدگی به آن‌ها بدهند. در مورد قسمت RF زیرین مدار هم می‌توانن چنین مقایسه‌ای را انجام داد.

نقشه شماتیک معمولاً تقویت کنندگی منطقی یا روند پردازشی سیگنال ورودی را دنبال می‌کند. این فرستنده ساده. فرکانس صوتی ورودی (صدا) خود را از یک میکروفون دریافت می‌کند می‌گیرد. این سیگنال فوراً با استفاده از مدار پیش تقویت‌کننده، تقویت می‌شود. بنابراین اولین بلوک با این مدار شکل می‌گیرد. سپس دامنه سیگنال تقویت شده پیش تقویت کننده بایستی با استفاده از مدار تقویت‌کننده صوتی، بیشتر افزایش یابد. بعد از تقویت نهایی، امپدانس خروجی تقویت‌کننده صوتی بایستی تطبیق داده شود. بنابراین شبکه تطبیق سومین بلوک را پر می‌کند. می‌بینید که با صرف وقت بر روی نقشه شماتیک همه فرایند مدار قابل فهم بوده و می‌توانید قسمت‌های مختلف مدار را تجزیه و تحلیل نمائید..

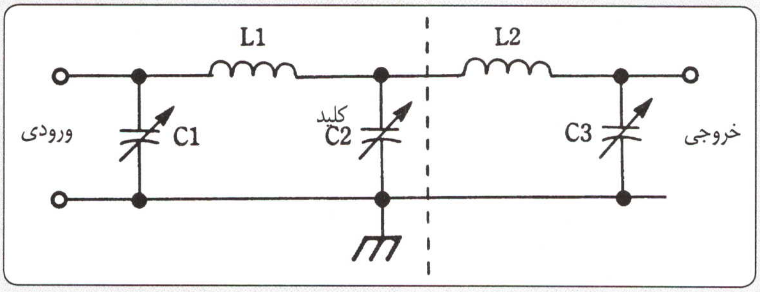
شکل ۷-۵ یک مدار تطبیق آنتن را که به شبکه L معروف است نشان می‌دهد. این نام



شکل ۷-۵. یک شبکه L.



شکل ۸-۵. یک شبکه (π).



شکل ۹-۵. یک شبکه (πL).

از ظاهر شماتیک آن که شبیه حرف L می‌باشد، گرفته شده است. در شکل ۸-۵ مدار تطبیق دیگری نشان داده شده که شبکه π نامیده می‌شود، زیرا ظاهر شماتیکی آن شبیه علامت (π) یونانی است.

این دو مدار خیلی ساده هستند و می‌توان آنها را با همدیگر ترکیب نمود تا یک شبکه «πL» به مانند آنچه در شکل ۹-۵ نشان داده شده بدست، آورد. خروجی مدار شبکه π، ورودی شبکه L را تغذیه می‌کند. این مدار به نظر پیچیده‌تر ا ز دو مدار قبل به نظر می‌رسد اما در واقع ترکیبی

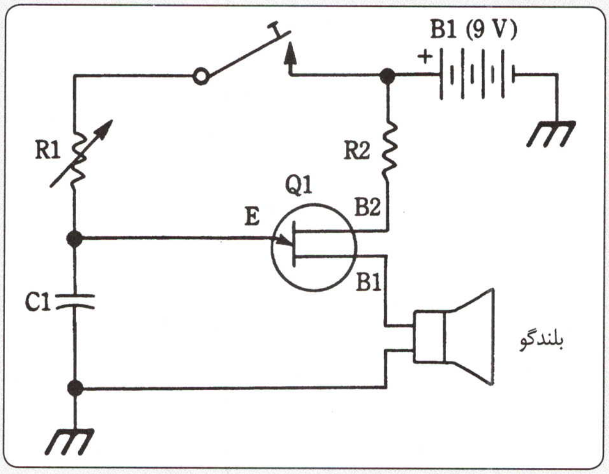
از آن دو است.

شکل ۱۰-۵ یک مدار نوسان ساز کد (مورس) را نشان می‌دهد که با یک باتری ۹V کار می‌کند. ملاحظه می‌کنید که از نماد کلید برای نمایش کلید رمز (مورس) استفاده می‌شود. در قسمت دیگر مدار یک ترانزیستور که مدار آن از چند قطعه اضافی تشکیل شده به همراه یک باتری ۹V وجود دارد.

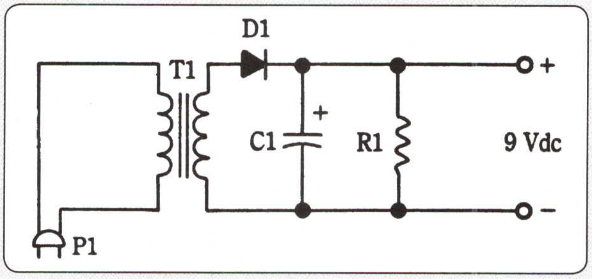
هر چند مطلوب‌تر است که باتری ۹V با منبع تغذیه ۹V DC، که در شکل ۱۱-۵ نشان داده شده، جایگزین گردد.

در اینجا ما دو مدار مجزا داریم: یکی مدار نوسان ساز و دیگری مدار منبع تغذیه که هر دو بطور مستقل می‌توانند عمل کنند.

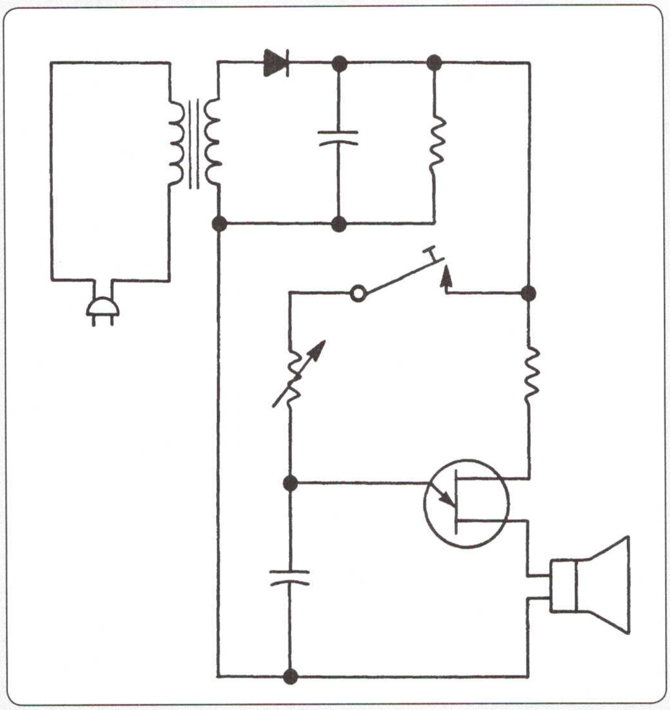
اگر چه مدار اسیلاتور خیلی هم مستقل از مدار منبع تغذیه نیست زیرا در صورت عدم وجود



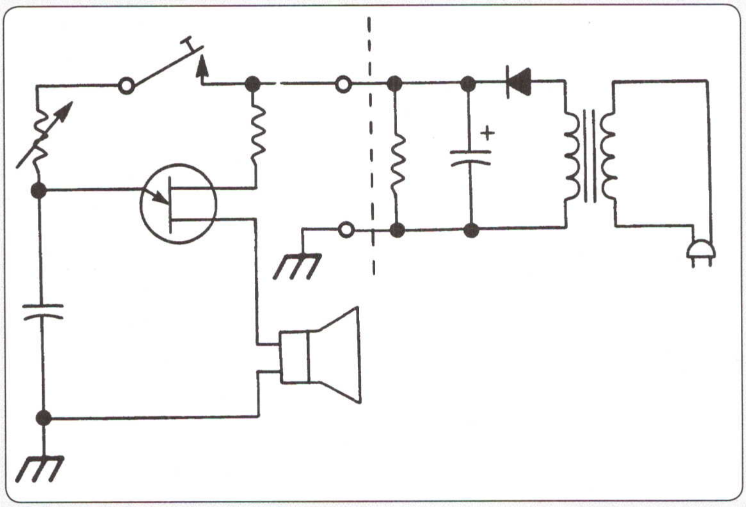
شکل ۱۰-۵. *مدار نوسان‌ساز کد (مورس).*



شکل ۱۱-۵. *منبع تغذیه 9V dc .*



شکل ۱۲-۵. مدار ترکیبی اسیلاتور مولد کُد مورس و منبع تغذیه *dc*.



شکل ۱۳-۵. روش دیگری برای نمایش مدار شکل ۱۲-۵.

منبع تغذیه، وجود یک باتری ۹ ولت برای کار آن ضروری است.

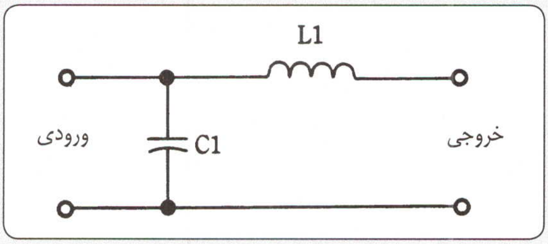
به هرحال شکل ۱۲-۵ نحوه ترکیب این دو مدار را نشان می‌دهد تا ظاهراً یک مدار پیچیده شکل بگیرد. بطور مشابه می‌توان شماتیک این مدار را همانگونه که در شکل ۱۳-۵ نشان داده شده، نمایش داد. این دو مدار با هم یکی هستند اما از نظر فضای اشغال شده و ترتیب اتصال مختصر، تفاوتی با هم دارند.

بطوری که در مدار دوم ملاحظه می‌کنید در اتصال تغذیه منفی مدار اسیلاتور صرفه‌جوئی شده و خروجی منفی منبع تغذیه و ورودی تغذیه منفی اسیلاتور، هر دو بطور جداگانه به زمین مدار وصل شده‌اند. مدار دومی پیچیدگی کمتری دارد. اما از لحاظ الکتریکی معادل مدار قبلی است.

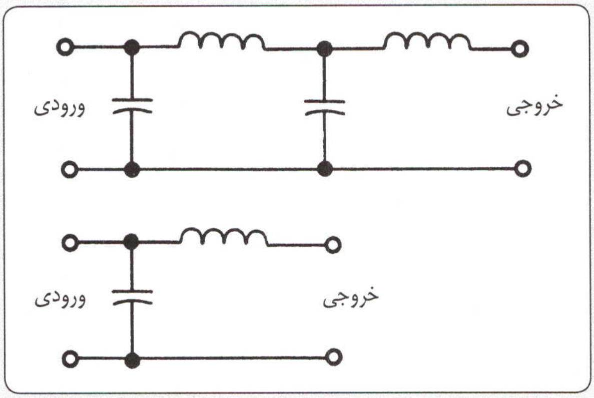
شکل ۱۴-۵ یک مدار فیلتر را نشان می‌دهد که یک ورودی و یک خروجی دارد. سلف و خازن (در عمل) با مقادیر خاصی انتخاب می‌گردند تا اجازه دهند بعضی از سیگنال‌ها رد شده و بعضی دیگر قادر به عبور نباشند. از آنجائیکه این یک مدار ساده است تنها می‌تواند محدوده فرکانسی خاصی را کنترل کند که مبنای آن مقدار قطعات خازن و سلف است.

شکل ۱۵-۵ یک مدار مرکب را نشان می‌دهد که از چندین فیلتر تشکیل شده است که هر کدام می‌توانند مقادیر متفاوت از ظرفیت خازن و اندوکتانس جهت پاسخ به فرکانس‌های متفاوت داشته باشند.

طبیعتاً این مدار پیچیدگی بیشتری دارد اما در واقع فقط تکرار مدار ساده شکل ۱۴-۵ است. اما مقادیر متفاوتی جهت هر ترکیب «سلف / خازن» می‌توان انتخاب نمود. شما در اغلب مدارهای الکترونیک و شماتیک معادل آنها از این تکرارها بسیار خواهید یافت. گاهی اوقات لازم است که سه یا چهار مدار همسان به صورت سری یا موازی در یک مدار قرار گیرند تا یک مقصود ویژه در الکترونیک، حاصل شود. اگر شما کارکرد یک مدار را بدانید بنابراین کارکرد همه مدارهای بر این پایه را هم خواهید دانست. اگر ایرادی در مدار رخ دهد در مابقی مدارها نیز ممکن است اتفاق بیفتد. در این حالت از نقشه‌های شماتیک جهت دنبال کردن آن استفاده



شکل ۱۴-۵. *مدار فیلتر ساده.*



شکل ۱۵-۵. *مدار فیلتر مرکب.*

می‌شود. بعنوان مثال، اگر در حین آزمایش متوجه شدید فرکانس یک اسیلاتور بخاطر معیوب بودن یک مقاومت شبکه، تغییر کرده و در پی آن ملاحظه کردید که یک اسیلاتور دیگر هم رفتار نامناسب مشابهی را از خود نشان می‌دهد، برای مراجعه به شماتیک مدار می‌توان شبکه معیوب را پیدا کردو آزمایش‌های بیشتری را انجام داد. بدون نقشه شماتیک، یافتن مقاومت شبکه‌ای خیلی مشکل است. ممکن است گفته شود که این مقاومت شبکه‌ای که قیمتی هم ندارد باعث بروز ایراد در یک سیستم پیچیده شده است.

با مجزا کردن سیستم‌های پیچیده به چند مدار پیچیده و سپس تقسیم مدارها به مدارهای ساده و از طریق نقشه شماتیک، ر عیب یابی مدار آسان‌تر می‌گردد. با جزء به جزء کردن سیستم‌ها به مدارهای ترکیبی ساده‌تر می‌توان تشخیص داد که کدام مدار این ایراد را برای کل سیستم ایجاد کرده است. این مدارهای مرکب سپس به مدارهای ساده‌تر تقسیم می‌شوند که به راحتی می‌توان تشخیص داد که ایراد در کدام مدار ساده ممکن است باشد.

مدارهای ساده هم از قطعات مجزایی تشکیل می‌گردند که با ارزیابی‌های خاص خود، می‌توان ایراد احتمالی را پیدا کرد.

با استفاده از این روش سیستمی (حذف بخش‌های غیر ضروری) که همه بر روی نقشه شماتیک صورت می‌گیرد، تجهیزات تعمیر می‌شوند. بسیاری از عیب‌های تجهیزات الکترونیکی خیلی پیچیده، از ایراد یک قطعه است. گاهی اوقات این ایراد باعث به وجود آمدن ایراد در قطعات دیگر می‌گردد. اما تعمیر بایستی از ایراد اول آغاز گردد. گاهی مواقع نیز دو قطعه سوخته بطور همزمان در مدار پیدا می‌شود. حتماً لازم است که با تجهیزاتی که قصد تعمیر آنرادارید، آشنا شوید. اما پس از مطالعه و درک عملکرد معمول آن، طرح‌های شماتیکی جهت شناسائی گستره وسیعی از ایرادات احتمالی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

با این روش، قطعات مجزای مشکوک قابل شناسائی هستند. سپس موضوع این است که با وسایل اندازه گیری، قطعات مشکوک داخل دستگاه را تست کرد.

حتی با بهترین و دقیق‌ترین تجهیزات، شناسائی سریع بخش‌های آسیب دیده تقریباً غیر ممکن است. به ویژه زمانی که از نقشه شما تیک استفاده نکنیم، نمی‌دانیم که به کجاها باید نگاه بیندازیم.

آشنائی بیشتر با شماتیک‌های پیچیده

مهم نیست که شما چقدر نسبت به این کار مشتاق هستید، امکان ندارد که یک فرد مبتدی به خودی خود و به راحتی قادر به خواندن شماتیک‌های مداری پیچیده باشد. شما بایستی از ابتدا شروع کنید.اول از همه بایستی مطمئن شوید که تمامی نمادهای شماتیکی که با آن‌ها سروکار دارید را می‌شناسید.برای این منظور نقشه‌های شماتیک پیچیده بسیار مناسب هستند زیرا این نقشه‌ها شامل هزاران نماد هستند که شاید شما تعدادی از آنها را نشناسید. اگر چه در ابتدا شما نمی‌توانید بدون سعی و تلاش هر آنچه که در نقشه‌های شماتیک می‌گذرد را درک کنید. شما بایستی از یک یا چند نفر برای فراگیری نمادها کمک بگیرید.

هنگامیکه احساس نمودید در مورد شناسائی نمادها و علائم شماتیک متبحر شده‌اید، نقشه‌های شماتیک پیچیده را کنار گذاشته و به نمونه‌های ساده بپردازید. مطالعه برخی از کتاب‌های حاوی پروژه‌های ساده، منابع خوبی برای این کار هستند. همچنین شما می‌توانید در مجله‌های مربوط به علاقه مندان الکترونیک، مخصوصاً از ردهٔ معلوماتی مبتدی، جستجو کنید.

فقط، از یک نوع شماتیک، مطالعه نکنید (بطور مثال، مدارهایی که با اسیلاتورها سروکار دارند)، اسیلاتورها، تقویت‌کننده‌ها و سوئیچ‌های حالت جامد، مدارهای لامپی، مدارهای RF و مدارهای فرکانس‌های صوتی و.... را نیز مورد بررسی قرار دهید.در آنها پی خواهید برد که ساختار اولیه مشابهی دارند فقط تغییرات کوچکی در مقادیر قطعات دارند. هنگامی که قادر باشید مدار تقویت‌کننده را فقط با یک نگاه در نقشه تشخیص دهید، آنگاه شما پیشرفت نموده‌اید.

فراگیری و خواندن نقشه‌های شماتیک، بدون تمرین‌های عملی و تئوری بر روی طرح‌های الکترونیکی و کاربردهای آنها، امری محال است. بسیاری از مردم فکر می‌کنند با فراگیری نحوه خواندن نقشه‌های شماتیک به معلومات نظری زیادی دست یافته یا به یک تعمیرکار حازق مبدل می‌گردند. این طرز فکر صحیح نیست.

توانائی در خواندن نقشه جاده به شما صلاحیت رانندگی با اتومبیل در جاده‌ها را نمی‌دهد. فراگیری نحوه رانندگی با ماشین نیز ضروری است.این حکایت در مورد فراگیری نقشه‌های شماتیک نیز صدق می‌کند. نقشه‌های شماتیک یک راهنمای خوب جهت درک الکترونیک و

مدارهای الکترونیکی هستند.

مانند نقشه جاده، در پیگیری شما در الکترونیک نقشه‌های شماتیک، یاور مناسب ثابت جهت تشخیص اشتباهات و یافتن اشکالات در مدارها است. زمانی که بتوانید مدارهای ساده الکترونیک را در نقشه‌های شماتیک شناسائی کنید، می‌توانید به تدریج نقشه‌های پیچیده‌تر را نیز بررسی نمائید (البته نه خیلی پیچیده!). اگر سعی کنید که به سرعت به این مدارها برسید، ممکن است مایوس شده و کار را متوقف کنید.

گام بعدی شما یک حرکت متوسط است که شامل مدارهایی می‌شود که از چند مدار ساده که قبلاً آموخته‌اید، تشکیل شده باشند. گاهی اوقات تعدادی قطعه متفرقه به مدار اضافه می‌شود تا خروجی یک مدار با ورودی مدار دیگر تطبیق داده شود.

حالا زمان آن فرارسیده تا به فاز بعدی یعنی مرحله خواندن نمودارهای شماتیک بروید. کتاب‌ها و ناشرانی را برگزینید که مدارهای ساده نظری و عملی را در قالب شماتیک ها به شما ارائه می‌دهند. کتاب‌های پروژه‌های الکترونیک بهترین و ایده ال ترین هستند زیرا اغلب شامل نقشه‌های شماتیکی هستند که کارکرد و وظیفه مدارهای ساده را شرح داده‌اند.

حتی بهتر از آن، در منزل، شروع به ساخت مدارهای ساده کنید. کتاب‌های زیادی در مورد ساختن مدارهای الکترونیک نوشته‌اند. بسیاری از کتاب‌های پروژه‌ها شامل اصول اساسی وخود مدار هستند. بنا به این بسیار کاربردی می‌باشند. شاید بسیار تعجب کنید هنگامی که شکل مدارهای الکترونیکی که ساخته‌اید را با نقشه شماتیک آن مقایسه نمائید. مطالعه شما، با ارزیابی کارکرد مدار و توجه به رابطه قطعات فیزیکی با نقشه شماتیک آنها ادامه می‌یابد. شما می‌توانید اطلاعات الکترونیکی خود را با تجربه این مدارها و تعویض قطعات مختلف افزایش دهید. حتی شاید بتوانید کارکرد مدار را بهبود ببخشید. همه اصلاحات بایستی با تأنیمورد توجه واقع شده و شماتیک جدید همه تغییرات شما را مشخص کند. گاهی اوقات ممکن است بخواهید قلمی به کاغذ برده و در نمودار شماتیکی که مشغول ساخت آن هستید، تغیراتی ایجاد نمایید.

حال هنگامیکه احساس می‌کنید در ساختن مدارهای ساده الکترونیک از نقشه‌های شماتیک مهارت یافته‌اید، شاید بخواهید دو یا چند مدار را در یک مدار ترکیب کنید.

نقشه شماتیک را از کتاب پروژه‌ها انتخاب کرده و آنها را بر روی کاغذ با هم ترکیب کنید. شما بایستی شماتیک خودتان را ترسیم نمائید تا بتوانید طرح ساختن آنرا به اجرا در آورید.

شاید در این زمان اطلاعات شما آنقدر کافی باشد که تعدادی مدار اضافی به عنوان مدار واسط مابین دو مدار تعبیه کنید.

ترکیب ساختار مدارهای الکترونیک به همراه فراگیری خواندن نقشه‌های شماتیک یکی از موثرترین روش‌ها جهت بهبود اطلاعات الکترونیکی شماست. مضاف بر این، شاید کار کردن بر روی نقشه‌های شماتیک به مدت طولانی خسته کننده به نظر برسد. اگر چه زمانی که شما

به بخشی از نقشه شماتیک مراجعه می‌کنید و سپس سیم کشی بین قطعات را انجام می‌دهید، میزان خستگی شما به شدت کاهش یافته و اطلاعات به شکل موثرتری بدست می‌آیند.

قبل از اینکه این‌ها را بدانید شما اطلاعات پایه‌ای وسیعی در مورد نقشه‌های شماتیک و ساختمان مدارهای الکترونیک بدست خواهیدآورد. مدارهایی که در ذهن شما خیلی پیچیده به نظر می‌رسیدند، حال مانند دوستان قدیمی شما شده‌اند.

توجه داشته باشید در این مرحله از پیشرفتتان، شاید تمایل پیدا کنید که فقط به مدارهایی که خیلی بر آنها مسلط هستید، بپردازید. نگذارید چنین چیزی اتفاق بیفتد. هر قدر در یک مرحله مهارت کسب می‌کنید به مدارهای مشکل‌تر بپردازید تا دوباره احساس اشتیاق برای یادگیری پیدا کنید. اگر این کار را انجام ندهید، شما برای مدت زمان طولانی در این مرحله گیر می‌کنید. اگرچه شاید لازم به نظر نرسد اما سعی کنید پروژه‌های پیچیده‌تری را بسازید. مضاف بر این مقام مقایسه، این تمرینات هزینه بر هستند. بنابراین اگر ساختن آنها مقدور نیست، خواندن نقشه‌های آنها وتحلیل قطعات مختلف را ادامه دهید.

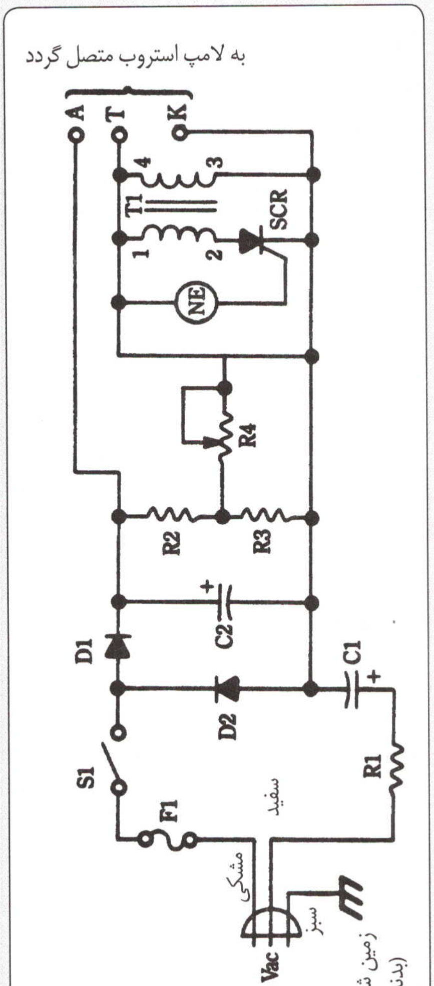
شما بطور مداوم از آنچه که می‌دانید و آنچه که نمی‌دانید شگفت زده شوید. بعنوان نمونه، بسیاری از کسانی که تازه با الکترونیک اشنا شده‌اند تصور می‌کنند که یک فرستنده رادیویی AM بایستی یک دستگاه پیچیده باشد. اغلب آنها وقتی به صورت تکنیکی فرا می‌گیرند که یک فرستندهٔ رادیوئی ساده‌تر از یک گیرنده جیبی ترانزیستوری است که شما با آن ایستگاه‌های رادیویی را دریافت می‌کنید، شگفت زده می‌شوند

در مقام مقایسه، یک فرستندهٔ تجاری مدار ساده‌ای دارد. هرچند شاید هفت فوت ارتفاع و به همین اندازه پهنا داشته باشد. اندازه این فرستنده رابطهٔ مستقیمی با اندازهٔ قطعات آن دارد و بعنوان نمونه ترانس مدولاسیون یک فرستندهٔ تجاری شاید چند صد پوند وزن داشته باشد. این قطعه و دیگر قطعات لزوماً اندازهٔ این تجهیزات را بزرگ می‌کنند. اگر چه ترانس مدولاسیون یک واکی تاکی شاید کمتر از یک اونس وزن داشته باشد. از لحاظ شماتیکی، هر دو ترانس مدولاسیون به یک شکل همسان ترسیم می‌شوند. پیچیدگی مدارها به اندازه قطعات آنها بستگی ندارد. پیچیدگی به تعداد قطعات و تعداد ترکیبات مختلف مداری بکار رفته، بستگی دارد.

نقشه شماتیک که در قسمت‌های قبل این فصل ارائه شد، یک مدار فرستندهٔ رادیویی ساده را نشان می‌داد. مدار یک فرستندهٔ رادیویی تجاری نمی‌تواند زیاد با آن فرق کند. اگرچه ممکن است اندازه قطعات بکار رفته در آن صد بار از اندازه قطعات بکار رفته در مدار قبل بزرگ‌تر باشند.

چه از لحاظ الکترونیکی و چه از لحاظ شماتیکی، معمولاً قطعات بزرگ و پرحجم دستگاه‌ها خیلی پیچیده نیستند. یک بخش خیلی کوچک که می‌توان آنرا در کف دست نگه داشت می‌تواند از لحاظ شماتیکی خیلی پیچیده باشد.

به همین دلیل، مبتدیان در زمینه الکترونیک و شماتیک نبایستی از یک مدار یا دستگاه



شکل ۱۶-۵. *شماتیک مدار سرعت‌سنج بلوک دیاگرام ۲-۲.*

خاص بترسند زیرا یک حس مجازی در مورد پیچیدگی مدارها به انسان دست می‌دهد. شاید شما اشتباه می‌کنید اما اگر اینگونه هم نباشد، هر نقشه شماتیک شامل بخشهایی می‌شود که شما قادر به درک آن خواهید بود.

هنگامیکه مراحل میانی فراگیری شماتیک ها را بگذرانید، مدارت پیچیده مرحله بعدی هستند. اولین چیزی که باید انجام دهید تقسیم کردن آنها به مدارت متوسط و سپس به مدارهای ساده است. سعی کنید شماتیک مدارهای پیچیده‌ای را بدست آورید که در برگیرنده توضیحاتی

در مورد چگونگی کارکرد مدارهای آن باشد. بلوک دیاگرام شکل ۲-۲ را به یاد آورید: مدار تغذیه لامپ استروب. آنرا با شماتیک شکل ۱۶-۵ مقایسه کنید که همه قطعات در آن به نمایش در آمده است.

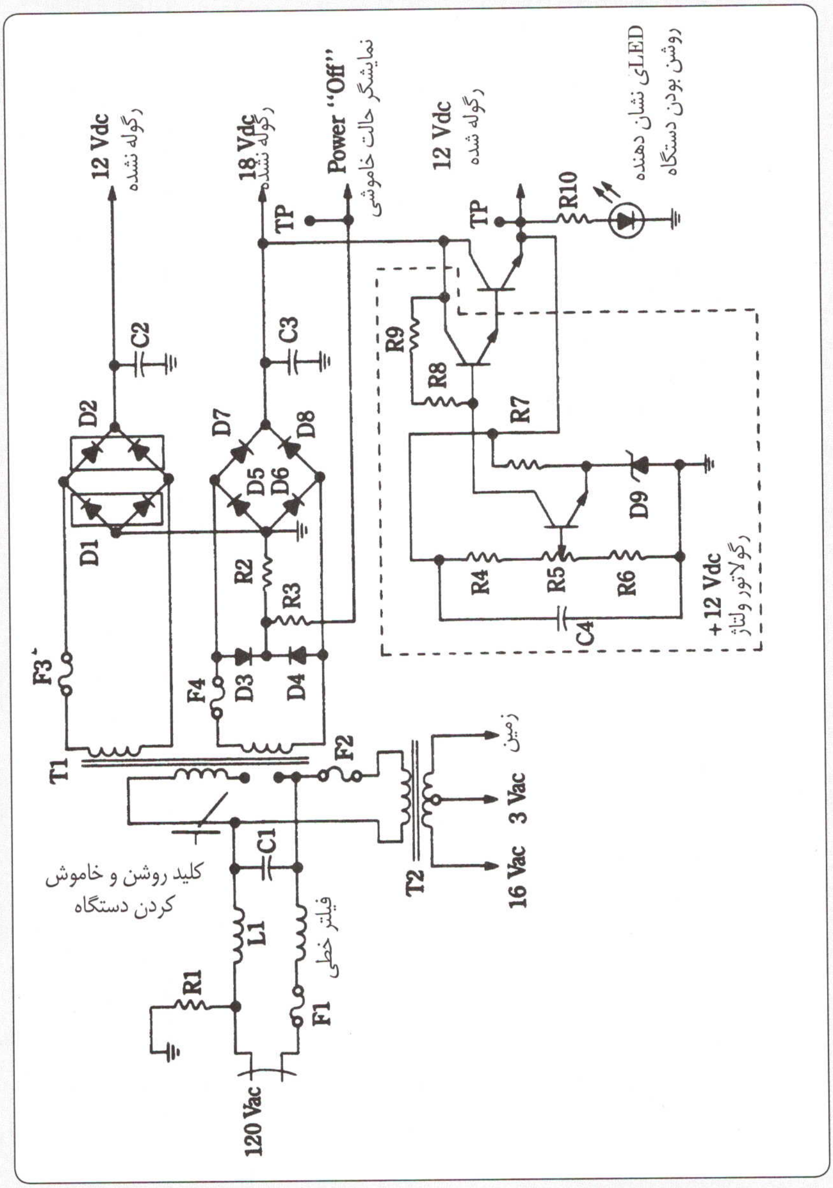
مدار با ولتاژ ۱۲۰ ولت از سمت چپ شماتیک تغذیه می‌شود.سه ترمینال خط ۱۲۰ ولت، سه مسیر مجزا را از طریق سیم‌های رنگی طی می‌کنند. بخشی از سیگنال به فیوز وارد می‌شود. بخشی دیگر به قطعات زمانی و بخش دیگر به زمین متصل می‌گردد. با دنبال کردن مسیر سیگنال بالایی پی می‌بریم که ۱۲۰ ولت ورودی فقط به شرطی به فیوزمی‌رسد که کلید در حالت بسته باشد. جریان یاد شده سپس از کلید و یکسوساز عبور کرده، بخشی از آن به ترمینال A لامپ استروب متصل شده و بخشی دیگر به مدار قطعات زمان‌بندی قابل تنظیم می‌رود.

این قطعات فرکانس چشمک‌زن لامپ را مشخص می‌کنند.(یعنی لامپ، چه مدت روشن یا خاموش بماند) این قسمت تامین زمان‌بندی، در عین حال محل پیوند قسمت‌های پایین و بالائی مدار برای تولید سیگنال مناسب جهت در ترمینال دیگر (یعنی T و K) است.

در نهایت شکل ۱۷-۵ شماتیک یک منبع تغذیه را نشان می‌دهد که بلوک دیاگرام آن در شکل ۳-۲ نشان داده شده بود. اگرچه به نظر می‌رسد شماتیک از قطعات ویژه زیادی تشکیل شده، اما شما بایستی قادر باشید تشخیص دهید که کدام قطعات مربوط به کدام بلوک هستند.

مثل همیشه، مسیر سیگنال از سمت چپ شروع می‌شود و از فیلتر خطی که متشکل از دو سلف و خازن C۱ است عبور می‌کند. سپس سیگنال وارد دو ترانس می‌شود. ترانس پایینی دو ولتاژ متفاوت ac و یک مرجع زمین را تأمین می‌کند. بطوری که در دیاگرام بلوکی ملاحظه می‌کنید، ترانس دیگر دو یکسو ساز را در پی خواهد داشت. در این مورد یکسو سازها از نوع پل دیودی یکپارچه هستند و از ۴ دیود تشکیل شده‌اند. هر کدام از یکسو سازهای پل دیودی، ولتاژ یکسو شده (DC) مختلفی را تامین می‌کنند و هر دوی این ولتاژها با مقادیر حاصل از خروجی ترانس دیگر متفاوت هستند.

بخشی از سیگنال در قسمت پائین ترانس بالایی (قبل از اینکه یکسو شود) در نقش نمایشگر تشخیص «حالت خاموشی «برای مابقی دستگاه عمل می‌کند. بعنوان مثال، زمانیکه این ولتاژ به سطح معینی می‌رسد، به یک مدار حسگر تغذیه شده و هنگام پایین افتادن ولتاژ، دستگاه را به صورت خودکار قطع می‌نمائید. سیگنال دومین یکسوساز، رگوله نشده ۱۸V-DC است. یک خروجی ۱۸ ولت dc رگوله نشده از ترانس دوم به رگولاتور ولتاژ تغذیه و یک ولتاژ ۱۲ ولت dc رگوله شده تامین می‌گردد. بنابراین این منبع تغذیه پنج خروجی متفاوت تولید می‌کند که می‌توان از آن جهت تغذیه مدارهای سیستم‌ها و تجهیزات پیچیده استفاده نمود. همچنین سیگنال ولتاژ رگوله شده، زمانیکه منبع تغذیه فعال است یک LED معرف روشن بودن دستگاه راروشن می‌کند.



شکل ۱۷-۵. *شماتیک یک منبع تغذیه ۱۲ ولت dc رگوله شده که بلوک دیاگرام آن در شکل ۳-۲ نشان داده‌شده بود.*

خلاصه فصل

روش خواندن و طراحی نقشه‌های شـماتیک شامل تقسـیم مدارهای پیچیده به مدارهای

ساده‌تر است. این روشی است که حرفه‌ای‌ها هم از آن استفاده می‌کنند. مبتدیان بایستی همان کار را انجام دهند و به جای کل مدار بیشتر به اجزاء مدار دقت کنند.

مانند آنچه در طرح‌های شماتیک پیچیده به صورت سیستمی مطالعه شد ارتباط یک مدار با بقیه، سر انجام مشخص خواهد شد.

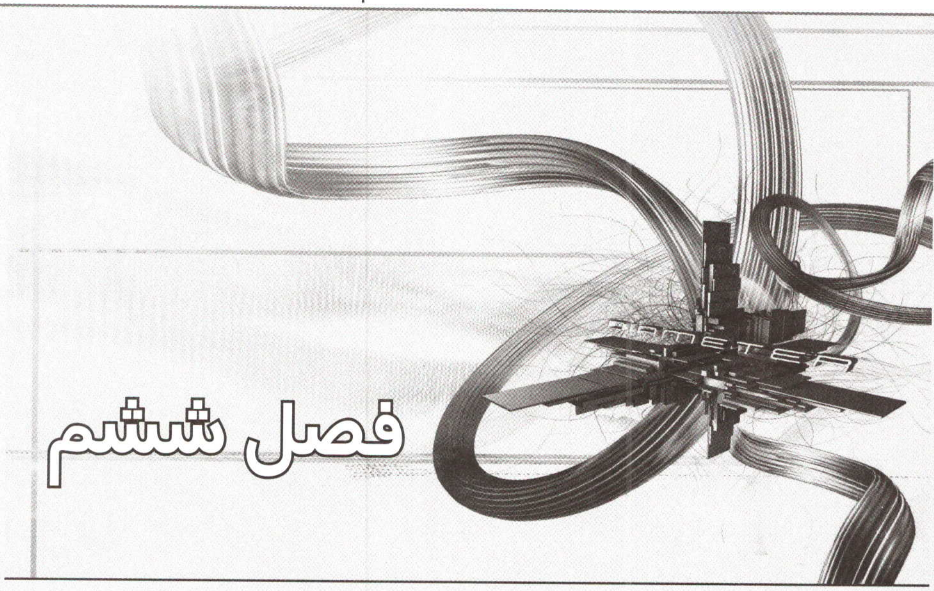
هنگام استفاده از نقشه‌های شماتیک جهت عیب یابی مدارهای الکترونیک لزومی ندارد که وظیفهٔ کلیهٔ اجزاء مدار را درک کنیم. فقط آن محدوده‌های که از نظر ولتاژ مشکل دارد، خیلی مهم است.

فراگیری خواندن و ترسیم نقشه‌های شماتیک خیلی شبیه به فراگیری ارسال و دریافت کدهای مورس است. کد مورس زبان نمادهای شنودپذیر است.همانند طرح‌های شماتیک که زبان نمادهای تصویری هستند. هنگامیکه هر کدام از این زبان‌ها را فرا بگیرید، شما قادر خواهید بود با آن ارتباط دو طرفه داشته باشید. از کدهای مورس بعنوان مثال استفاده می‌کنیم: پنج نقطه و خط تیرهٔ پی در پی به جز اینکه از ابتدا قادر به خرد کردن اطلاعات مخابره کردنی به کلمات رمزی مجزا هستند، هیچ معنی دیگری ندارند. هنگامیکه مهارت افزایش یابد، شخصی که این کدها را کشف رمز می‌کند گوش کردن به نقطه‌ها و فاصله‌ها را متوقف کرده و به جای آن به حرف‌ها گوش می‌دهد. در این زمان است که شما شروع به تفکر در یک زبان جدید می‌کنید.

با پیشرفت مهارت شما، شنیدن کلمات، جای حروف را می‌گیرند. سرانجام، شما جملات کامل را می‌شنوید و نهایتاً بعنوان زبان دوم استفاده می‌کنید.

خواندن و ترسیم نقشه‌های شماتیک از الگوی مشابهی جهت پیشرفت پیروی می‌کنند. ابتدا شما قطعات مجزائی را می‌بینید. بعداً شما شروع به فهم مدارهای سادهٔ کامل که در لابلای مدارهای پیچیده پنهان شده‌اند، می‌کنید. این جا است که مدارت پیچیده، در یک نگاه، قابل شناسایی و تحلیل در گردند. نهایتاً شما شروع به مجسم کردن سیستم‌های کامل می‌نمایید.

این علم به سرعت حاصل نمی‌شود اما مهارت شما، در صورتی که خود را در حوزه‌هایی که برایتان ناآشناست، تمرین دهید، بهبود پیدامی‌کند. این یک فرآیند گام به گام است و کسی که پا به پای یک هنرجو پیشرفت کند، قادر به کسب اطلاعات ارائه شده خواهد بود.



فصل ششم

نمودارهای تصویری

در سراسر این کتاب، تأکید شده است که: «نماد شناسی کلید فهم چگونگی خواندن و ترسیم نقشه‌های شماتیک است.

نماد شناسی جهت بیان نحوه کار پیچیدهٔ مدارهای الکترونیکی ایده‌آل بوده و برای ذهن انسان به سهولت قابل قبول است. اگر چه گاهی اوقات، ما می‌توانیم از دیگر انواع نمودارها جهت درک مدارها استفاده کنیم.

در چند جای این کتاب ما از تصاویر قطعه چینی (مارکاژ) جهت قطعاتی که نماد آن‌ها در نقشه‌های شماتیک آمده بود، استفاده کردیم. تصاویر قطعه چینی اغلب به همراه نقشه‌های شماتیک جهت نمایش رابطه فیزیکی قطعاتی استفاده می‌شود که نقشه‌های شماتیکی قادر به انجام آن نیستند.

از لحاظ نظری، یک مدار الکترونیکی که بر روی یک برد یک اینچ مربعی ساخته شود را همچنین می‌توان بر روی یک برد یک مایل مربعی ساخت. قطعات به سهولت در یک فضای وسیع گسترده شده و سیم‌های بلند و طولانی جهت اتصال آنها مورد استفاده قرارمی‌گیرد. از نقطه نظر عملی، اتلاف مقاومتی که به آن تحمیل می‌شود اجازه کارکرد صحیح مدار را نمی‌دهد. اما از دیدگاه تئوری، روابط فیزیکی (محل قرار گیری قطعات) در این قضیه دخیل نخواهد بود.

هنگام ساخت یا سرویس بعضی از مدارهای الکترونیک، ارتباط فیزیکی قطعات با همدیگر

نقش مهمی را ایفا می‌کند.

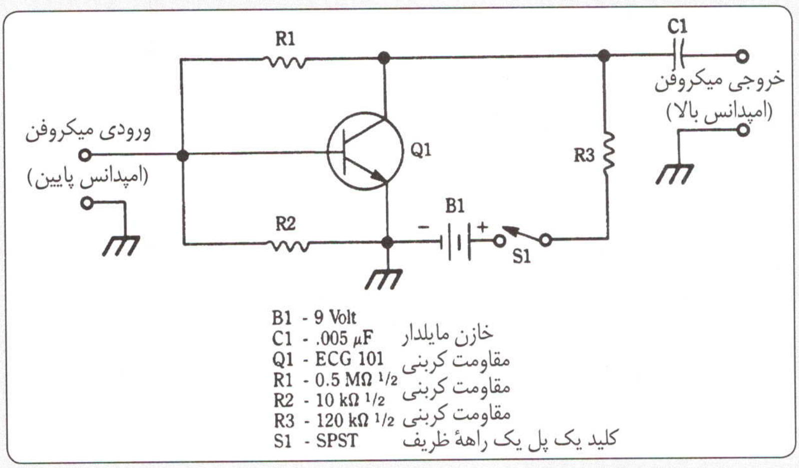
سلف‌ها اثر اندوکتیو (القایی) و خازنی معینی دارند که بطور مستقیم به مدار اعمال می‌کنند. تاثیر واقعی آنها به فرکانس کارکرد مدار و دیگر پارامترها بستگی دارد. اگر دو قطعه بایستی در فاصلهٔ خیلی نزدیک از همدیگر قرار بگیرند، شماتیک‌ها قادر به نمایش عملی آن نیستند. مطمئناً با یادداشت نویسی به زبان انگلیسی در طرح‌های شماتیک می‌توان این امر را انجام داد اما روش مؤثرتر، استفاده از نمودارهای قطعه چینی جهت نمایش قطعات واقعی در مدارها است.

مدل‌های قطعه چینی (مارکاژ)

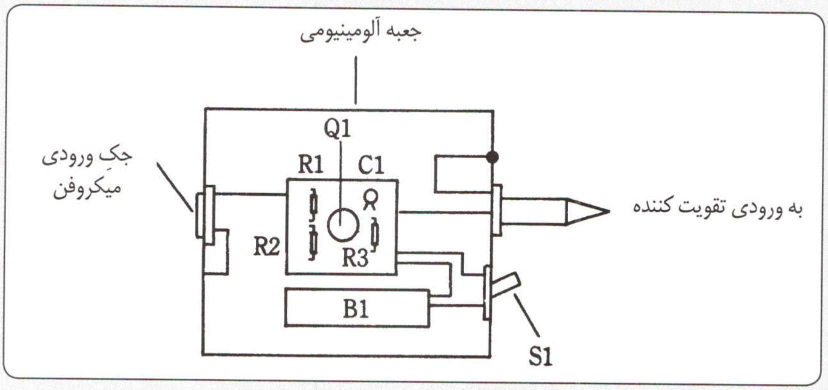
تصاویر قطعه چینی می‌توانند از لحاظ ظاهری دو بعدی یا سه بعدی باشند. تعدادی از آنها به گونه‌ای ترسیم می‌شوند که دقیقاً شبیه مدار نهایی به نظر برسند. در روش دیگر به شکلی شبیه دیاگرام بلوکی ترسیم می‌شوند تا تقریباً اندازه فیزیکی قطعات و فاصلهٔ فیزیکی آنهارا مشخص کنند.

شکل ۱-۶ یک نقشه شماتیک را نشان می‌دهد. این نقشه کلیه اطلاعات لازم جهت ساخت یک مدل عملی را به ما ارائه داده اما هیچگونه اطلاعاتی راجع به محل قرارگیری قطعات به سازنده نمی‌دهد.

این مدار خاص، به بهترین صورت بر روی یک صفحه مدار هزار سوراخ همان‌گونه که در شکل ۲-۶ ملاحظه می‌کنید، ساخته شده است. همچنین این شکل به سازنده اجازه می‌دهد



شکل ۱-۶. *نقشه شماتیک یک مدار ساده.*



شکل ۲-۶. *تصویر قطعه چینی مدار شکل ۱-۶.*

نحوه تکمیل و نهایی نمودن مدار را ببینید.

توجه داشته باشید که لیست قطعات نیز ضمیمه شده است پس می‌توان به هر دو نقشه رجوع کرد.

این نمایش، یک نمودار تصویری است و می‌توان آن را در ردهٔ نمودارهای دو بعدی دسته بندی کرد. طول و عرض در طرح مشخص شده‌اند ولی عمق دارند. برد مدار دقیقاً در مرکز جعبه‌ای از جنس آلومینیوم قرار داده شده و کل مدار بر روی آن سوار می‌شود.

محل قرار گیری جک ورودی میکروفن، کلید، برد مدار، باتری و خروجی، همه مشخص شده‌اند.

این طرح به طراح کمک می‌نماید تا پنج قطعه‌ای که باید بر روی برد مدار قرار گیرند، و قطعات دیگری که باید به جعبه متصل شوند، را تشخیص دهد. حال، سازنده یک نقشه شماتیک و یک نقشه قطعه چینی ساده در دست دارد تا از روی آن کار کند. اگرچه نمونه اخیر یک تصویر قطعه چینی بود اما قطعاتی که نمایش داده شدند دقیقاً مانند قطعات واقعی نیستند. این زبان هنوز نمادشناسی حساب می‌شود اما نمادهای آن ارتباط خیلی نزدیکی با ظاهر فیزیکی قطعات اصلی دارند. حال سازنده می‌تواند در مورد آنچه قصد تکمیل کردن دارد آن را، ایده‌ای داشته باشد. قطعات الکترونیکی به این شیوه به سادگی ترسیم می‌گردند. یک تصویر قطعه چینی از این دست، یک دید از بالا را نمایش می‌دهد و زمانی که فقط به دو بُعد نیاز باشد، از آن استفاده می‌شود.

نمایش جانبی مدار به مشخص کردن ارتفاع (یا طول)، پهنا و عمق، نیاز دارد.

نقشه‌های شماتیک، ارتباط «الکتریکی / الکترونیکی» بین قطعات در مدار را به ما می‌دهند و تصاویر قطعه چینی، ارتباط فیزیکی بین آنها را. به شکل آخری دوباره نگاه کنید. این تصویر ارتباط الکترونیکی ناچیزی بین قطعات در مدار را نشان می‌دهد.

تنهـا ارتبـاط الکترونیکی که ملاحظه می‌شـود مربوط بـه باتری (B۱) و کلید (S۱) اسـت. می‌توانیم ببینیم که یکی از پایه‌های باتری به یکی از پایه‌های کلید متصل است. دیگر پایه باتری و کلید، به برد مدار وارد می‌شوند. به نقشه شماتیک همان مدار نگاه کنید. می‌توانید مشاهده کنید که پایه مثبت باتری به واقع به یکی از پایه‌های کلید متصل شده و پایه دیگر کلید به مقاومت R۳ متصل است. اگر چه، در تصویر قطعه چینی، مقاومت R۳، یکی از اجزاء برد مدار است و قبل از این که با این قطعه برخوردی ایجاد شود، رابطه فیزیکی از نظر تصویری متوقف می‌گردد.

اگر شـما تجربه سـاخت مدارهای ساده الکترونیک را داشـته باشید خوب می‌دانید که تصویر قطعه چینی، در این حالت، ضروری به نظر نمی‌رسد.

کسانی که احتمالاً تجربه کار عملی را نداشته باشند، شاید نتوانند فقط به کمک نقشه شماتیک یک مدار را بسازند.

از دیدگاه تعمیرات، فرض کنید که این مدار ساخته شده و ناگهان دچار نقص شده است. تصور کنید که یک مقاومت به خاطر اضافه بار سوخته است و مقدار آن قابل خواندن نیست. با مراجعه به تصویر قطعه چینی شـما می‌توانید محل قطعه سـوخته را مشـخص و آنرا به نقشـه شماتیک ارجاع دهید. این عمل نهایتاً شما را به لیست قطعات رهنمون می‌سازد.

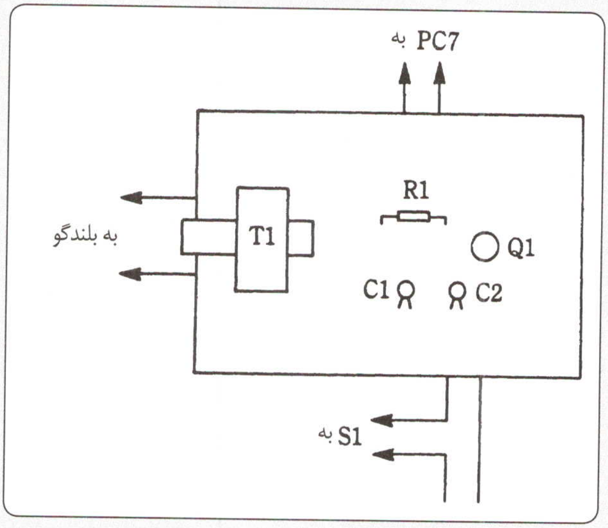
حال مقاومت جدید را می‌توان تهیه و با استفاده از دو نقشه ذکر شده، به مدار لحیم کرد.

چگونه یک نقشه قطعه چینی را ترسیم کنیم؟ بدیهی است که یا بایستی یک نمونه مدار کامل در دسـت داشـته یا به قدر کافی تجربه داشته باشـیم که به طور دقیق آنرا در ذهن تجسم کنیم. فرض کنید شما یک مدار در دست دارید.

آنچه که باید انجام دهید این اسـت که آنرا به صورت چشمی بازبینی نمایید. این روش مانند روشـی است که در مورد خواندن و ترسیم نقشه‌های شـماتیک بکار بردیم. اگر کل مدار بر روی یک برد سوار شده است، بایستی یک برد شبیه آن را بر روی کاغذ ترسیم کنیم.

اگر اندازه برد، ۱۰ اینچ در ۵ اینچ بود شاید لازم باشد اندازه آنرا قدری کوچک کنید. نمایش برد با اندازه‌های پنج اینچ در دو و نیم اینچ دقیقاً نصف اندازه اصلی برد اسـت. بنابراین همه قطعات الکترونیکی بایسـتی با مقیاس $\frac{1}{2}$ ترسیم شوند. در عمل، ابعاد دقیق خیلی مهم نیستند. معمولاً در مدارهای ساده لزومی ندارد از محل فیزیکی بطور دقیق تبعیت کنیم. یک تصویر قطعه چینی ساده در شکل ۳-۶ نشان داده شده است. در اینجا، برد مدار با یک مستطیل مشخص شده و پنج قطعه در نقاط مختلف آن قرار گرفته اند. جانمایی مدار کلی است و ترانس را در سمت چپ برد و قطعات در سمت راست آن قرار گرفته‌اند.

ترانس در نزدیکی لبهٔ برد نمایش داده شده است زیرا سیم‌های خروجی آن، بلندگو را تغذیه می‌کنند. اگر ترانس در وسط صفحه مدار قرار می‌گرفت، برای رساندن خروجی آن به بلندگو، باید از سیم‌کشی طویل‌تری بهره می‌گرفتیم.



شکل ۳-۶. *تصویر قطعه چینی یک مدار سادهٔ الکترونیکی.*

هدف از تصویر قطعه چینی مدارهای الکترونیک نمایش محل قرار گیری قطعات به گونه‌ای هستند که سیم کشی‌ها را محدود کنند. سیم کشی اضافی به معنای مقاومت بیشتر در مدار و همانطور افزایش اندوکتانس و ظرفیت خازنی مدار است.

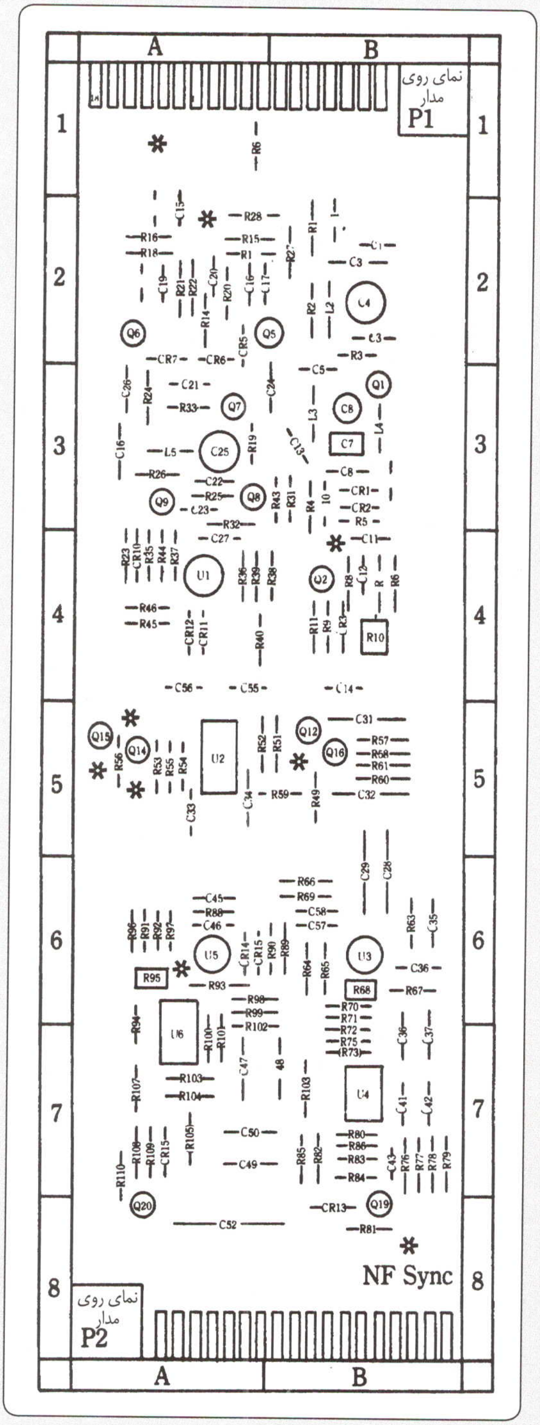
نقشهٔ شماتیک مشخص می‌کند که C۲ و C۱ در یک نقطه به همدیگر متصل می‌شوند. به همین خاطر C۲ و C۱ تقریباً نزدیک به هم ترسیم شده‌اند. اگر C۱ به انتهای سمت چپ برد جابجا می‌شد، به سیم بیشتری جهت اتصال آن دو احتیاج داشتیم. مقاومت ضمن اینکه اضافی هم ممکن است بر روی عملکرد مدار تأثیر بگذارد.

تصاویر قطعه چینی تمرینات عملی خوبی جهت ساختن مدارهایی است که کم‌ترین میزان سیم کشی را بین پایه‌های قطعات در نظر می‌گیرند. تصاویر قطعه چینی نشان داده شده را می‌توان در گروه نقشه‌های بلوک تصویری قرار دارد.

آنها ارتباط فیزیکی و نماد قطعات الکترونیکی را ارائه شده، اما تصویری واقعی از مدار کامل شده را نشان نمی‌دهند. اگر نیاز باشد که تصویر قطعه چینی محل قطعات خاصی را مشخص نماید، چیزی شبیه به شکل ۴-۶ مورد استفاده قرار می‌گیرد. تجهیزات خیلی پیچیده ممکن است از صدها قطعهٔ متفاوت در هر بردشان استفاده کنند. تلاش جهت تعیین محل هر کدام از قطعات بر روی برد مدار کار خیلی مشکلی است. بنابراین برد در اندازه واقعی ترسیم شده و یک راهنما یا شبکهٔ شناسائی در اطراف آن قرار می‌گیرد. در این مثال، برد مدار به ۸ قسمت عمودی (از ۱ تا ۸) و دو قسمت افقی (A و B) تقسیم شده است. بخشی هم تحت عنوان نام‌های تخصیصی قطعات و محل آنها در شبکهٔ یاد شده ضمیمه می‌گردد.

موقعیت قطعه	نام قطعه	موقعیت قطعه	نام قطعه	موقعیت قطعه	نام قطعه	موقعیت قطعه	نام قطعه	موقعیت قطعه	نام قطعه
C1	B2	C45	A6	Q10		R34	A3	R78	B7
C2	B2	C46	A6	Q11		R35	A4	R79	B7
C3	B2	C47	A7	Q12	B5	R36	A4	R80	B7
C4	B2	C48	B7	Q13		R37	A4	R81	B8
C5	B3	C49	A7	Q14	A5	R38	B4	R82	B7
C6	B3	C50	A7	Q15	A5	R39	A4	R83	B7
C7	B3	C51	A7	Q16	B5	R40	A4	R84	B7
C8	B3	C52	A8	Q17		R41		R85	B7
C9	B3	C53		Q18		R42		R86	B7
C10	B3	C54		Q19	B8	R43	B3	R87	A1
C11	B4	C54	A4	Q20	A8	R44	A4	R88	A6
C12	B4	C56	A4	R1	B2	R45	A4	R89	B6
C13	B3	C57	B6	R2	B2	R46	A4	R90	B6
C14	B4	C58	B6	R3	B2	R47		R91	A6
C15	A2	CR1	B3	R4	B3	R48		R92	A6
C16	A2	CR2	B3	R5	B3	R49	B5	R93	A6
C17	A2	CR3	B4	R6	B4	R50		R94	A6
C18	A2	CR4		R7	B4	R51	B5	R95	A6
C19	A2	CR5	A2	R8	B4	R52	B5	R96	A6
C20	A2	CR6	A2	R9	B4	R53	A5	R97	A6
C21	A3	CR7	A2	R10	B4	R54	A5	R98	A6
C22	A3	CR8	A2	R11	B4	R55	A5	R99	A6
C23	A3	CR9		R12		R56	A5	R100	A7
C24	B3	CR10	A2	R13		R57	B5	R101	A7
C25	A3	CR11	A4	R14	A2	R58	B5	R102	A6
C26	A3	CR12	A4	R15	A2	59	B5	R103	A7
C27	A4	CR13	B8	R16	A2	R60	B5	R104	A7
C28	B6	CR14	A6	R17	A2	R61	B5	R105	A7
C29	B5	CR15	A6	R18	A2	R62		R106	A7
C30		CR16	A7	R19	A3	R63	B6	R107	A7
C31	B5	L1	B2	R20	A2	R64	B6	R108	A7
C32	B5	L2	B2	R21	A2	R65	B6	R109	A7
C33	A5	L3	B3	R22	A2	R66	B6	R110	A7
C34	A5	L4	B3	R23	A4	R67	B6	U1	A1
C35	B6	L5	A3	R24	A3	R68	B6	U2	A5
C36	B7	Q1	B3	R25	A3	R69	B6	U3	B6
C37	B7	Q2	B4	R26	A3	R70	B6	U4	B7
C38	B7	Q3	Q3	R27	B2	R71	B6	U5	A6
C39	B7	Q4		R28	A2	R72	B7	U6	A7
C40	B7	Q5	B2	R29		R73	B7		
C41	B7	Q6	A2	R30		R74	B7		
C42	B7	Q7	A3	R31	B3	R75	B7		
C43	B7	Q8	A3	R32	A3	R76	B7		
C44	B7	Q9	A3	R33	A3	R77	B7		

جدول ۱. *موقعیت قطعات.*



شکل ۴-۶. تصویر قطعه چینی به انضمام شبکهٔ شناسائی تعیین موقعیت.

جهت تعیین محل C۱ (در بالاترین بخش) بایستی به منطقهٔ B۲ در شبکهٔ شناسائی مراجعه نمود.

همهٔ آن کاری که باید انجام دهید این است که شما به بخش دست راست برد مدار (شبکهٔ B) رفته و سپس به محدودهٔ مشخص شده با عدد ۲ نگاه کنید.

خازن C۱ را به سادگی می‌توان تشخیص داد اگر چه کمی نیاز به دقت در نگاه کردن دارد. گاهی اوقات نقشه‌های شماتیک نیز به همین گونه مدیریت می‌شوند.

ملاحظه می‌کنید که بجای ترسیم قطعات در این مثال، تعدادی از آنها با نام اختصاری «الفبایی/عددی» شان مشخص شده‌اند. یک خط در دو طرف نام اختصاری ترسیم می‌گردد تا طول قطعات و فضایی که اشغال می‌کنند را مشخص نماید.

گاهی اوقات این کار هم کفایت نمی‌کند. مدارهای پیچیده نیاز به ترسیم خطوط خیلی دقیق با ابعاد متناسب با همهٔ قطعات استفاده شده در ساختار مدار دارند. در این حالت خیلی از تولید کنندگان یک عکس از نمای بالای برد مدار گرفته و سپس نام اختصاری قطعات را تایپ می‌کنند.

یک روش جایگزین دیگر، ترسیم خطوط مانند آنچه در شکل ۵-۶ نشان داده شده است، می‌باشد جزئیات در اینجا بسیار عالی بوده و خیلی شبیه به عکس مدار است.

بعضی از این طرح‌ها حتی از طریق عکس آنها تهیه می‌شوند.

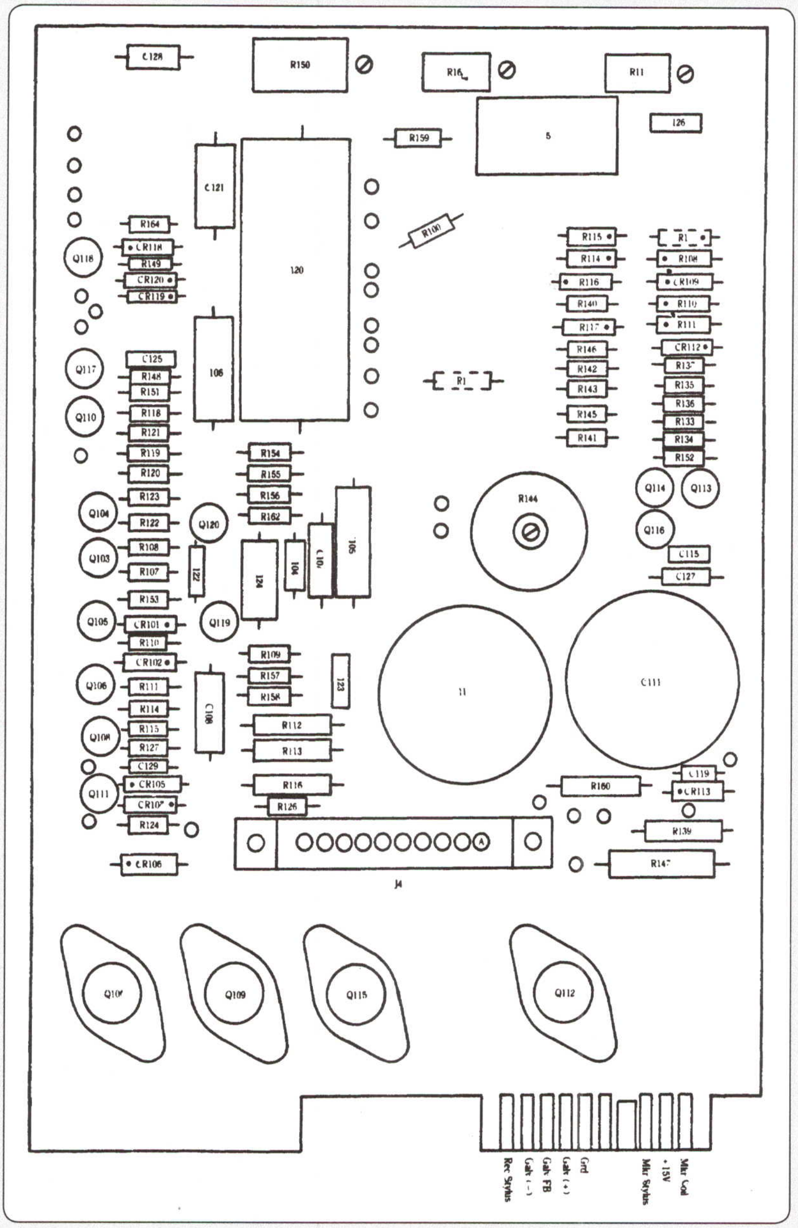
با استفاده از یک فرایند پیشرفته، تصویر اصلی تهیه شده به صورت زمینهٔ سایه و نیم سایه به یک عکس سیاه و سفید تبدیل می‌شود.

به عبارت دیگر، رنگ‌های اضافی (یعنی زمینه‌های خاکستری) حذف می‌گردند. ترسیم به این روش، چه از طریق فرایند عکس برداری و چه به صورت دستی بطور کلی خارج از حد توانا که مبتدیان و مشتاقان علم الکترونیک است. اگرچه، ساده‌ترین روش جهت ارائه بردهای مدارها، ترسیم دایره با پرگار و خطوط با خط‌کش است.

جزئیاتی که به وسیله گرافیک‌های خوب و فرایند عکس برداری تهیه می‌شوند برای پژوهشگران خانگی اصلاً نیاز نیست.

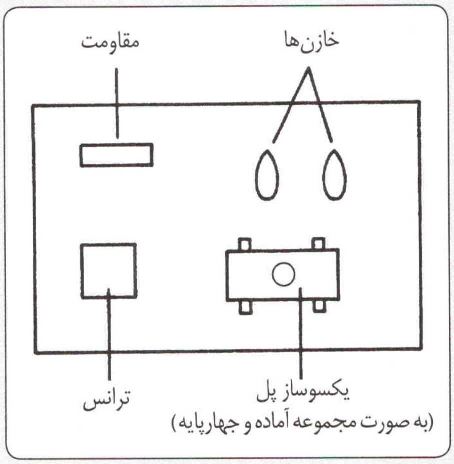
شکل ۶-۶ تصویر قطعه چینی اولین مدار معرفی شده در ابتدای کتاب را نشان می‌دهد که یک مبدل AC به DC ساده است. (بلوک دیاگرام شکل ۱-۲ و نقشه شماتیک شکل ۲۱-۴) نظر به اینکه نقشه شماتیک فقط چند قطعه زائد دارد، تصویر قطعه‌چینی کوچک است. این مدار شامل یک مقاومت، دو خازن، یک ترانس و یک پل دیودی (که در این مورد در یک مجموعهٔ آماده و چهار پایه قرار گرفته است) می‌شود.

جهت کمک به فهم نحوه تبدیل این فرایند، شکل ۷-۶ چگونگی تبدیل یک نقشه شماتیک ساده به مارکاژ را نشان می‌دهد. هر پایه مقاومت مدار که در سمت چپ نشان داده شده می‌بایست با جانمایی در تصویر قطعه چینی در سمت راست، مطابقت داشته باشد.



شکل ۵-۶. تصویر قطعه چینی یک مدار پیچیده به روش ترسیم خطوط دقیق.

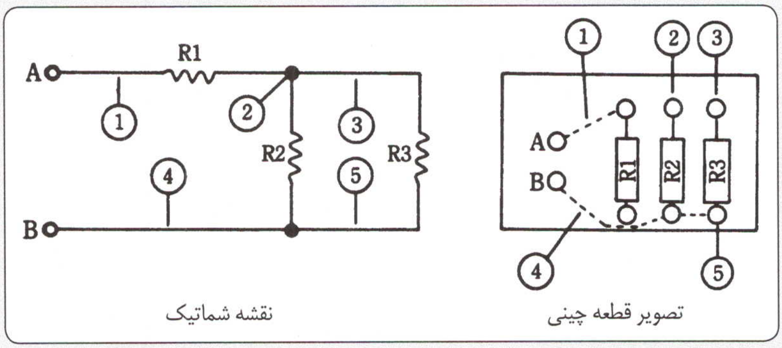
طراحی قطعه چینی به گونه‌ای انجام می‌شود تا به ساخت برد مدار کمک نماید. ملاحظه می‌کنید که چگونه اعداد داخل دایره‌ها در نقشه شماتیک با همان نقاط در تصویر قطعه چینی



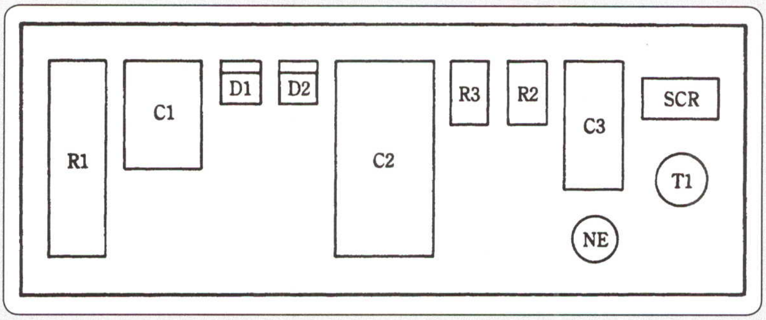
شکل ۶-۶. *تصویر قطعه چینی شماتیک شکل ۲۱-۴.*

مطابقت دارند. ضمناً، به محل قطعات در تصویر قطعه چینی توجه کنید. مقاومت‌ها تا حد امکان نزدیک به هم قرار داده شده‌اند تا ابعاد مدار کاهش یابد. همچنین، آنها موازی هستند تا مدار کامل شده تا حد امکان جمع‌وجور و کوچک شود. هرچند تعدادی از قطعات که گرمای زیادی تولید می‌کنند مانند ترانزیستورهای قدرت و ترانس‌های بزرگ، نیاز به فضای بیشتری در اطراف خود دارند تا بتوانند به سهولت خنک شوند. در موقع طراحی مدار چاپی باید دقت کرد که مسیرهای مختلف مسی، یکدیگر را قطع نکنند. این جانمایی به تسهیل این امر کمک می‌کند. همان اندازه که شما در ذهن خود می‌توانید تصور کنید، طراحی برد مدارها می‌تواند با مجموعه‌ای از مدارهای پیچیده، خسته کننده شود.

شماتیک مدار لامپ استروب در شکل ۱۷-۵ را به خاطر آورید. تصویر قطعه چینی آنرا در



شکل ۷-۶. *نحوه تبدیل فرم شماتیک به نمونهٔ قطعه چینی.*



شکل ۸-۶. *تصویر قطعه چینی مدار لامپ استروب شکل ۱۶-۵.*

شکل ۸-۶ می‌بینید.

از همان تکنیک‌های اولیه جهت طراحی یک مدار فشرده، پربازده و با جانمایی کاربردی و تا حد ممکن حذف پیچیدگی‌ها و تحمیل هزینه‌های اضافی، پیروی شده است.

طرح‌های سه بعدی

با اینکه طرح‌های سه بعدی معمولاً توسط مبتدیان و هنرجویان ترسیم نمی‌شود اما شبیه سازی سه بعدی توسط تولید کنندگان تجاری مدارهای الکترونیک بکار می‌رود. این طرح‌ها زمانی کاربرد دارند که نیاز به نمایش قابلیت‌های مکانیکی و همه بخش‌های دستگاه باشد.

اگرچه، طرح‌های دو بعدی برای بسیاری از مدارهای الکترونیکی کفایت می‌کند.

در بعضی موارد جهت ساخت تجهیزات پیچیده، از طرح‌های سه بعدی جهت کمک به موقعیت‌یابی قطعات استفاده می‌شود، به ویژه زمانی که ساختار آنها چند لایه باشد. در این کتاب هم طرح‌های سه بعدی مطرح شدند تا شما با چگونگی و نحوه کار آنها آشنا باشید

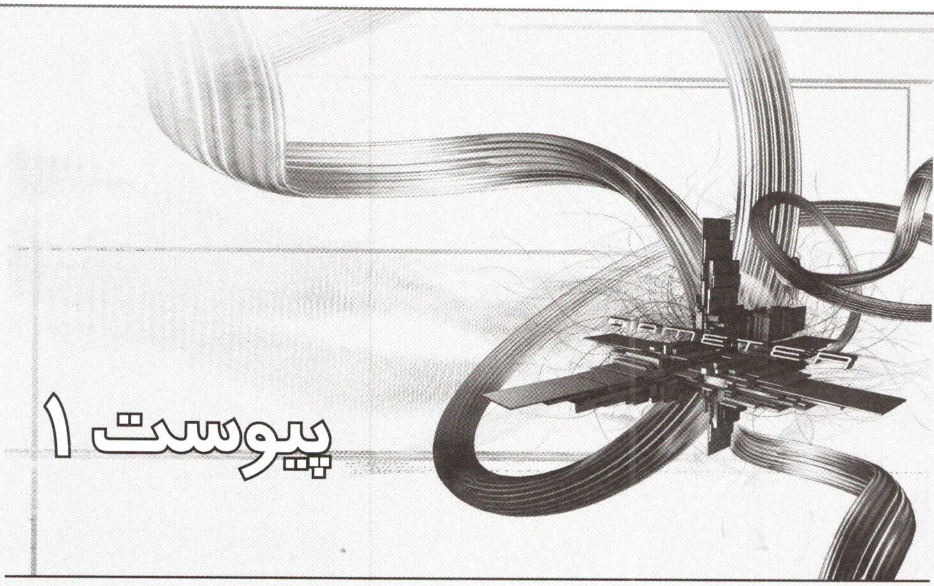
هرچند ما به حوزه‌ای متفاوت قدم گذاشته‌ایم که برای مبتدیان اصلاً ساده نیست.

شخصی که هیچگونه تجربه‌ای ندارد می‌تواند خواندن و ترسیم نقشه‌های شماتیک را به سرعت فرابگیرد. می‌توان تصاویر قطعه چینی را به سرعت خواند، اما فراگیری نحوه ترسیم آنها نیاز به توانایی‌های هنری دارد که در مقولهٔ این کتاب نمی‌گنجد. اگر علاقه‌مند به ترسیم مدارهای الکترونیک هستید توصیه می‌گردد که واحدهای درسی مربوط به نقشه‌کشی و رسم فنی را به صورت پایه در یک آموزشکدهٔ فنی فرابگیرید. واحدهای درسی مربوط به الکترونیک کمک بسیار زیادی در این زمینه به شما خواهد کرد.

خلاصه فصل

حوزه گسترده الکترونیک نه تنها به اطلاعات خاص خود احتیاج دارد بلکه به نمونه‌های مختلف نمادشناسی نمودارها و نقشه‌ها نیز نیاز دارد. تصاویر قطعه چینی زمانیکه با مباحث تعمیر، سرویس تجهیزات و مونتاژ آن‌ها روبرو هستیم، فوق‌العاده مفید هستند. اگرچه بدون وجود یک دیاگرام شماتیکی تطبیقی در مقام یک مرجع جنبی، دیاگرام تصویر نمی‌تواند بازدهی خیلی خوب داشته باشد..

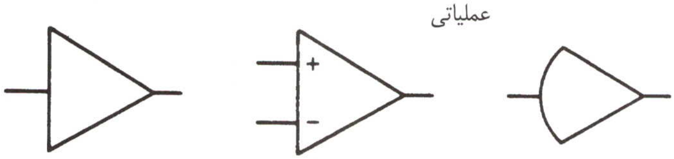
سرویس تجهیزات الکترونیک اغلب در درجه اول شامل بهره گیری از نقشه‌های شماتیک و سپس مراجعه به تصاویر قطعه چینی جهت تعیین موقعیت بخش‌های مدار می‌شود. فقط هنگامیکه این دو ترکیب گردند، ارتباط فیزیکی و الکترونیکی آنها هماهنگ شده و تبدیل به یک زبان پیچیده جهت کمک به فهم کلی مدارها می‌گردد.



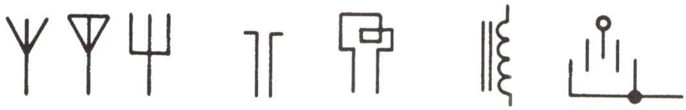
پیوست ۱

نشانه‌های شماتیکی

تقویت‌کننده‌ها



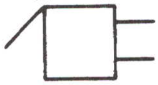
آنتن‌ها



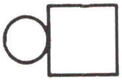
باتری‌ها



بازر یا بیزر

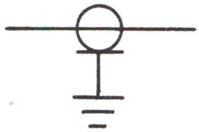


زنگ



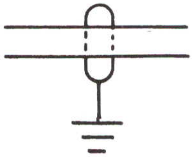
کابل‌ها

کابل کواکسیال (با شیلد زمین شده)

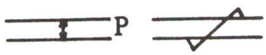


با زمین محافظ

کابل دوسیمه (با شیلد زمین شده)



جفت به هم تابیده شده



خط رسانای نواری

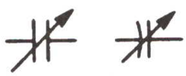


متعادل

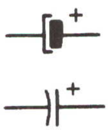


نامتعادل

خازن‌ها



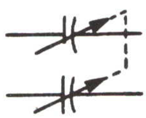
متغیر



الکترولیتی



ثابت



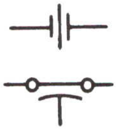
خازن گروهی متغیر



با روتور مجزا



با استاتور مجزا

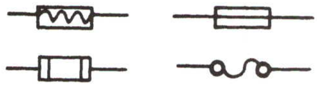


توگذر

محافظ‌های مدار



قطع کننده مدار
(مدارشکن)



فیوز

کانکتورها
(رابطها)



دوشاخه
معمولاً متحرک



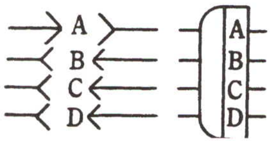
پریز
معمولاً ثابت



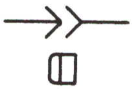
اتصال نری



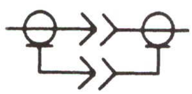
اتصال مادگی



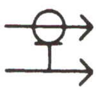
رابط چهارخط به صورت جفت و با
طراحی خاص که فقط در یک حالت
خاص بهم می‌خورند.



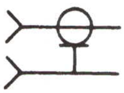
رابطهای جداشدنی (بصورت
جفت)



رابط کابل
کواکسیال



سرفیش یا نری
کابل کواکسیال



پریز کابل
کواکسیال



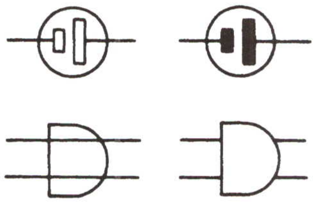
اتصال عمومی



اتصال عمومی
(زمین)

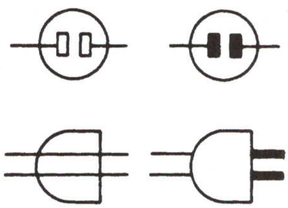
بصورت جفت

دو شاخه و پریزهای قطب‌دار برق شهر
(۱۱۷ ولت)



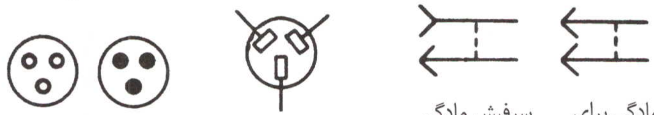
نری   مادگی

در شاخه و پریزهای بدون قطب برق شهر
(۱۱۷ ولت)

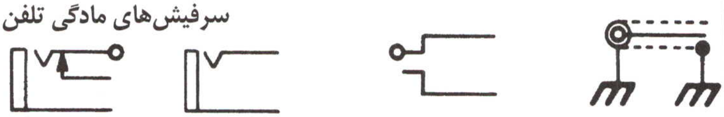


نری   مادگی

دوشاخه‌ها

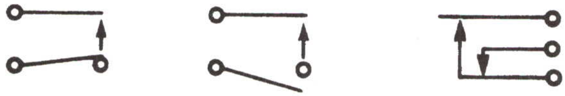


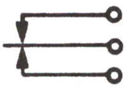
سرفیش‌های مادگی تلفن



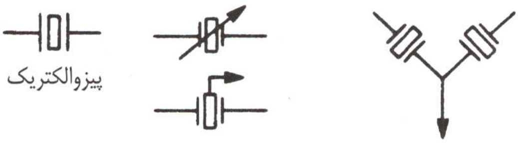
کنتاکت‌ها







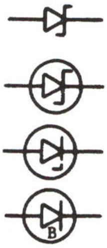
کریستال‌ها



دیودها


اثر میدانی


متقارن

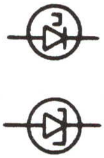

زنر

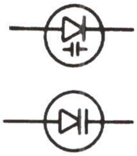

یکسوساز
(دیود پیوندی)

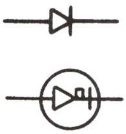

با شکست دوجهته


شاتکی
(باربر داغ)


یکسوساز تونلی
(دوقطبی پَسرو)


تونلی
(رگولاتور با جریان ثابت)

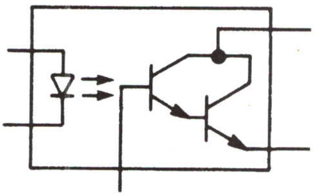

ورکتور
(با ظرفیت متغیر)

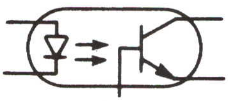

پین دیود

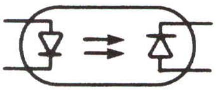

دیود بازسازی پله‌ای
(با ذخیره‌سازی سریع بار)

دیودها ـ الکترونیک نوری

مجزاسازهای تزویج شده نوری


با خروجی دارلینگتون نوری
و اتصال بیس


با فتوترانزیستور خروجی و
اتصال بیس


با خروجی فتو دیود

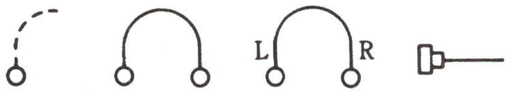

فتو دیود


دیود انتشار نوری
(LED)

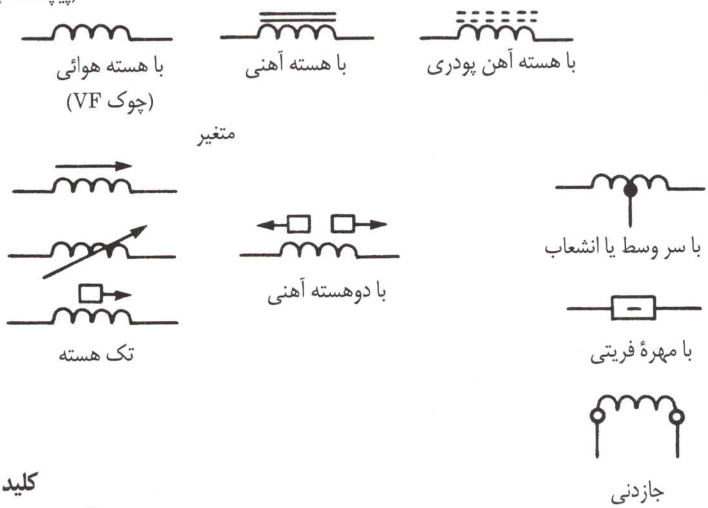
زمین



گوشی‌ها



سلف‌ها
(پیچک‌ها)



کلید



لامپ‌ها



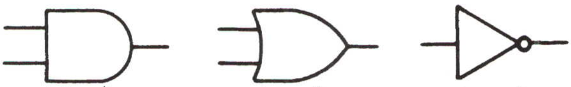
نئون



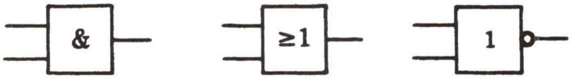
فلورسنت دو ترمیناله — مستقیم — متناوب — عمومی

قطعات منطقی

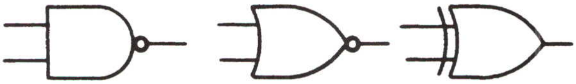
گیت‌ها



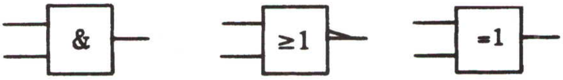
(ارجح‌تر) — (ارجح‌تر) — (ارجح‌تر)



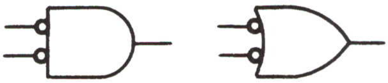
مادون‌ساز — OR — AND



(ارجح‌تر) — (ارجح‌تر)



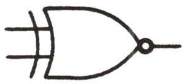
OR انحصاری — NOR، خروجی نفی شده — NAND، خروجی نفی شده



ارجح‌تر — ارجح‌تر

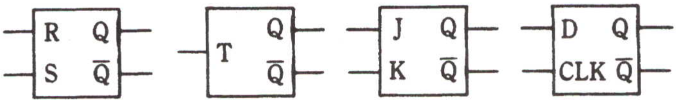


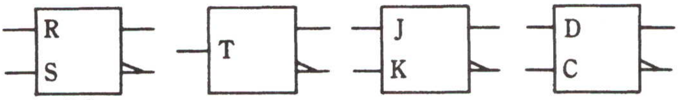
ورودی‌های نفی شده — ورودی‌های نفی شده



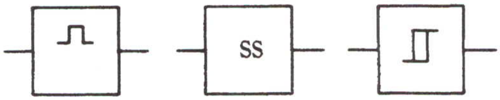
NOR انحصاری

فلیپ فلاپ‌ها





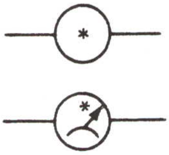
RS (سِت، ری‌سِت) (که sc یعنی سِت، پاک هم نامیده می‌شود) | تغیر حالت | JK | نوع D یا تاخیری



مولتی ویبراتور تک پا یا (تک‌ضربه‌ای) | اشمیت تریگر

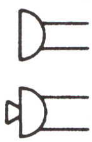
اندازه‌گیرها

یا میترها



نامگذاری:
A ـ آمپرمتر
mAـ میلی آمپرمتر
Vـ ولت‌متر
dbـ دسی‌بل متر
وغیره

میکروفون‌ها

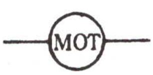


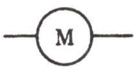
عمومی

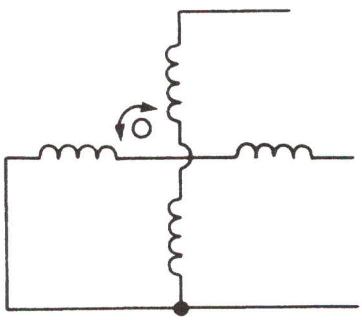


جهت‌دار

موتورها

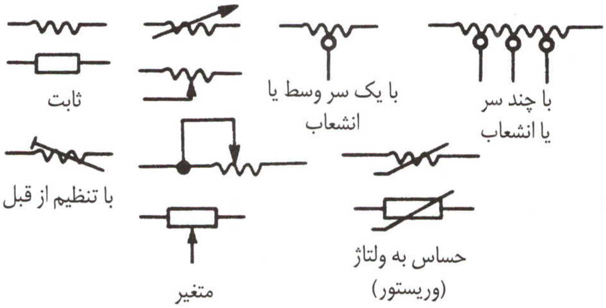






دوجهته

مقاومت‌ها



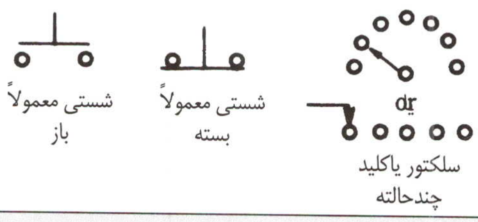
بلندگوها



منابع تغذیه

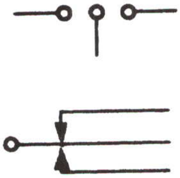


کلیدها و رله‌ها

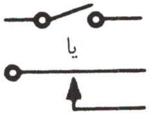




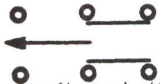
کلید الاکلنگی
تک‌پل دو راهه



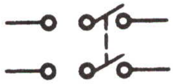
کلید تک‌پل دوراهه
(SPDT)



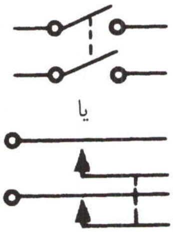
کلید تک یک‌راهه
(SPST)



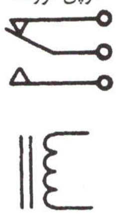
کلید لغزنده یا کشوئی
دوپل دوراهه



کلید دو پل دو راهه

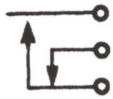


کلید دوپل تک راهه
(DPST)

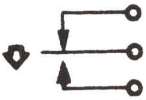


رله (عمومی)

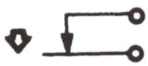
آرایش کنتاکت‌های رله



تک‌پل دوراهه
(قطع ـ وصل)



تک‌پل دوراهه
(وصل ـ قطع)



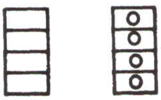
تک‌پل تک‌راهه
معمولا بسته (موقع
تحریک قطع می‌کند)



تک‌پل تک‌راهه
معمولا باز (موقع تحریک
وصل می‌کند)

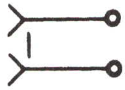
ترمینال‌ها

(به صورت صفحه‌ای یا نواری، چهار ترمینال نشان داده شده است)

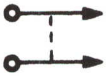


قطعهٔ آزمایشی

(ترمینال‌ها نشان داده شده‌اند)

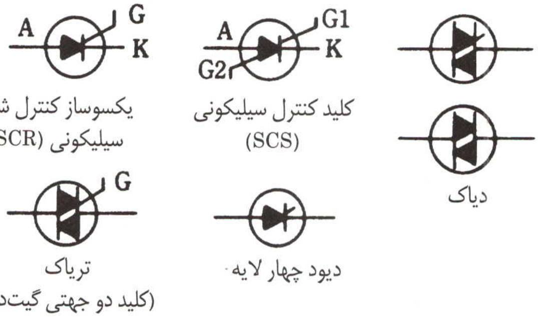


مادگی
(با رابط اضافی جهت اتصال کوتاه)



نری
(فلش بزرگ جهت عملکرد را نشان می‌دهد)

تریستورها



یکسوساز کنترل شدهٔ سیلیکونی (SCR)

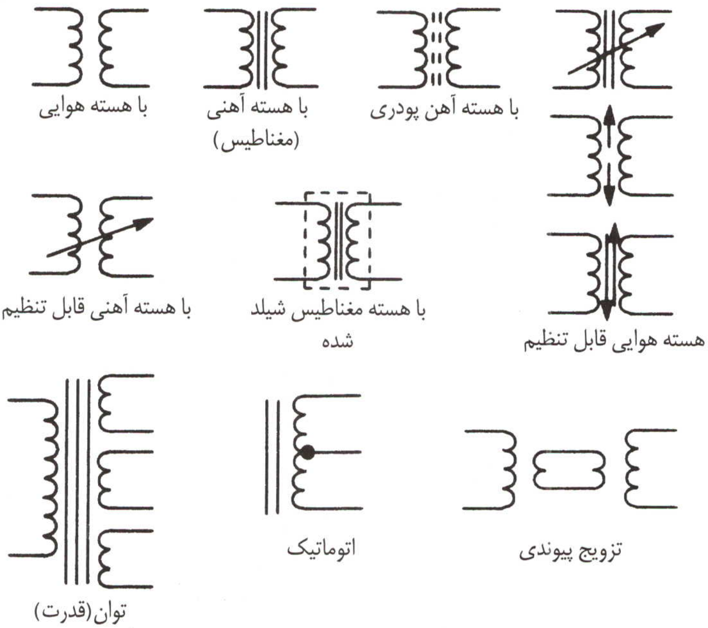
کلید کنترل سیلیکونی (SCS)

دیاک

تریاک (کلید دو جهتی گیت‌دار)

دیود چهار لایه

ترانس‌ها



با هسته هوایی

با هسته آهنی (مغناطیس)

با هسته آهن پودری

با هسته آهنی قابل تنظیم

با هسته مغناطیس شیلد شده

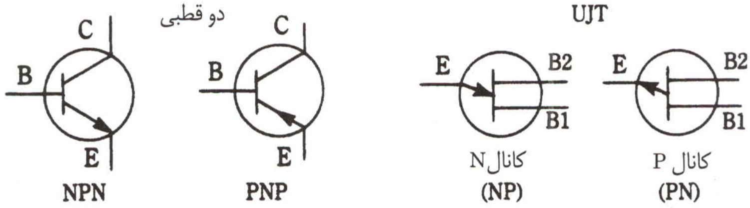
هسته هوایی قابل تنظیم

توان (قدرت)

اتوماتیک

تزویج پیوندی

ترانزیستورها

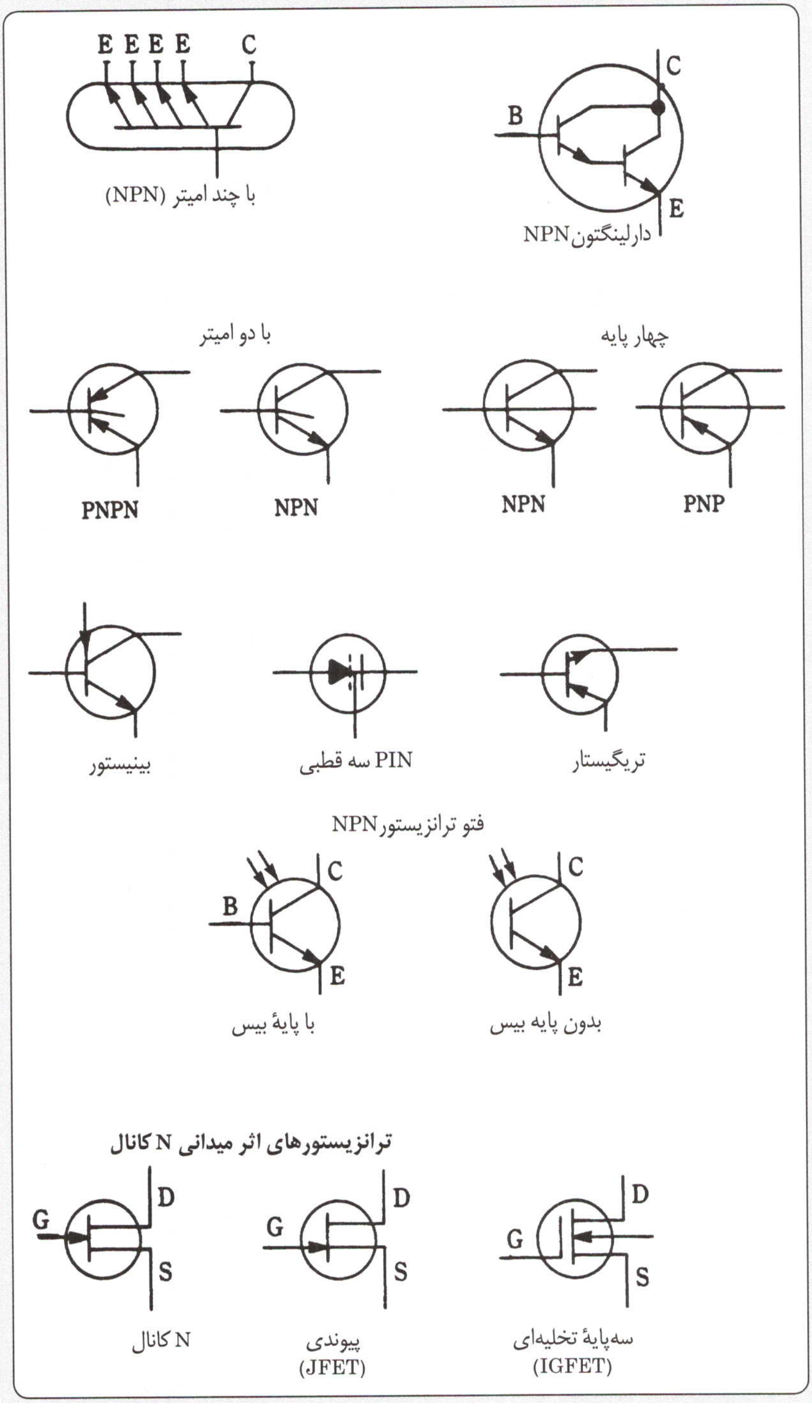


NPN

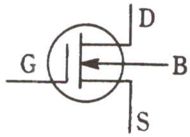
PNP

کانال N (NP)

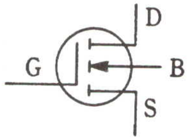
کانال P (PN)


E E E E C
با چند امیتر (NPN)
C
B
E
دارلینگتون NPN
با دو امیتر
چهار پایه
PNPN
NPN
NPN
PNP
بینیستور
PIN سه قطبی
تریگیستار
فتو ترانزیستور NPN
C
B
E
C
E
با پایهٔ بیس
بدون پایه بیس
ترانزیستورهای اثر میدانی N کانال
G
D
S
G
D
S
G
D
S
N کانال
پیوندی
(JFET)
سه‌پایهٔ تخلیه‌ای
(IGFET)

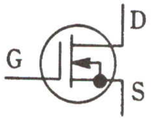
IGFET با چهار ترمینال



تخلیه‌ای

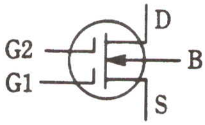


افزایشی

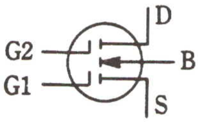


MOSFET

IGFET با پنج ترمینال و دو گیت



تخلیه‌ای



افزایشی

لامپ‌های خلا

شبکه



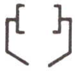
کاتد
(گرم‌کننده)



فیلامان
(گرم‌کننده)



صفحات
انحراف‌دهنده لامپ چشمی



صفحات
مولد پرتو



صفحه



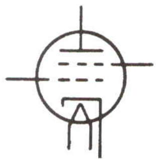
گازی



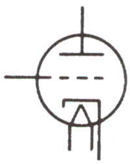
کاتد سرد



فوتو کاتد
(کاتد نوری)



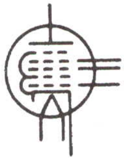
چهار قطبی

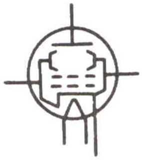


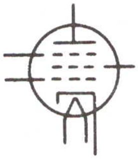
سه قطبی

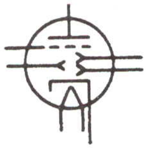


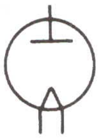
دو قطبی

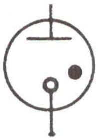

مبدل پنج شبکه‌ای

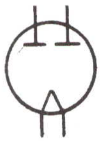

توان با باریکهٔ الکترونی

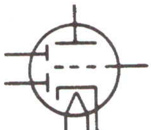

پنج قطبی

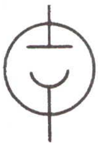

لامپ چشمی

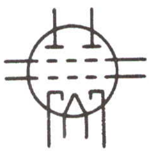

یکسوساز ولتاژ بالا (های ولتاژ)


یکسوساز گازی

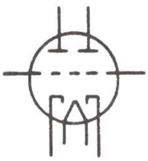

یکسوساز تمام موج


سیم الکترودی با دو دیود

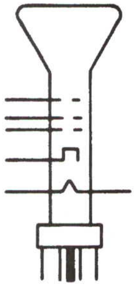

فوتو (لوزی)

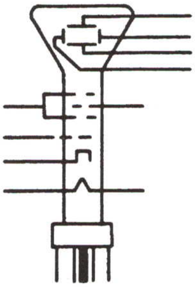

ترود دوتائی


تریود دوقسمتی


تریود مضاعف

محفظه (یا لامپ) اشعه کاتدی



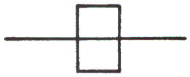


انحراف الکترواستاتیک

موج‌بَرها



دایره‌ای



مستطیلی



انعطاف‌پذیر



پیچیده‌خورده و تابیده

سیم‌ها و شیلدها

عبور از روی هم (بدون اتصال)



متصل به هم



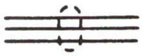


ترمینال

حفاظت یا شیلد کردن



محفظه‌های شیلد شده



چند سیمه



سیم فقط با یک هادی شیلد شده



گره (محل اتصال دو یا چندسیم بهم)

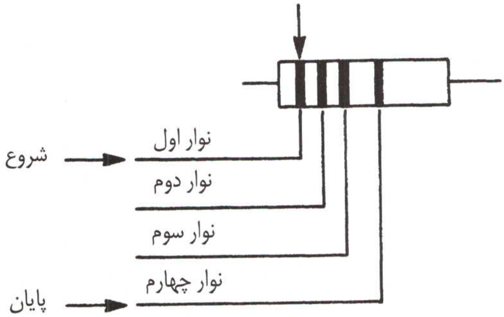
پیوست ۲

رمز یا کُد رنگی مقاومت‌ها

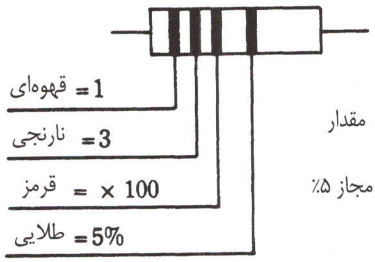
رنگ‌ها	مقدار نوار رنگی (نوار اول و دوم)	نوار چندبرابر کننده (نوار سوم)	نوار خطای مجاز (نوار چهارم)
مشکی	0	1	
قهوه ای	1	10	
قرمز	2	100	
نارنجی	3	1,000	
زرد	4	10,000	
سبز	5	100,000	
آبی	6	1,000,000	
بنفش	7	10,000,000	
خاکستری	8	100,000,000	
سفید	9	1,000,000,000	
طلایی	-	0.1	5%
نقره ای	-	0.01	10%
بدون نوار	-	-	20%

مثال‌هائی از کد رنگی مقاومت

از آخرین نوار رنگی سمت چپ آغاز کرده و از چپ به راست ادامه دهید.



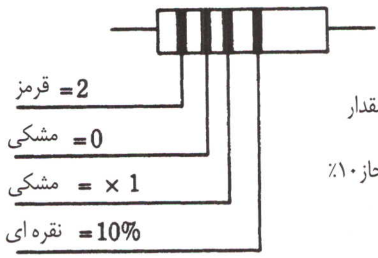
مثال ۱



مقدار = 13×100
= $1300\ \Omega$

با مقدار خطای مجاز ۵٪

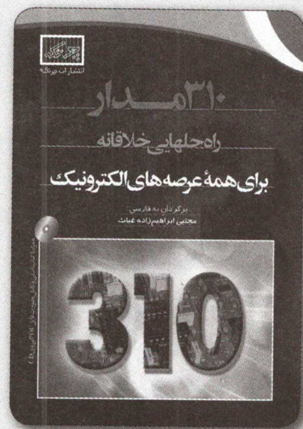
مثال ۲



مقدار = 20×1
= $20\ \Omega$

مقدار خطای مجاز ۱۰٪

از همین ناشر

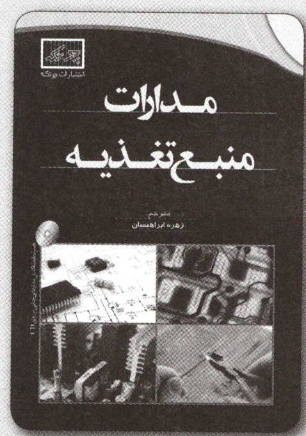


۳۱۰ مدار یازدهمین مجلّد از سری **کتابهای معروف «سیصد» الکتور** است. ۳۱۰ مدار، نکته، و ایده‌های طرّاحی در یک کتاب گنجینه‌ای است از همهٔ قلمروهای الکترونیک: صوتی و تصویری، سرگرمی و مدلسازی، تکنیکهای RF یا فرکانسهای رایویی، خانه و باغ، تست و اندازه‌گیری، میکروکنترلرها، سخت‌افزار و نرم‌افزار کامپیوتر، شارژرها و منابع تغذیه ـــ البته به‌اضافهٔ هر چیز دیگری که به نظر نمی‌رسد به هیچ یک از این دستجات تعلّق داشته باشد.

۳۱۰ مدار حاوی بسیاری **راه‌حلّهای کامل** و نیز **سرآغازهای سودمندی برای پروژه‌های خاص خودتان** است. این هر دو دسته و هر چیزی که در فاصلهٔ میان آنها بگنجد نمایانگر چشمه‌ای راستین از الهام برای پروراندن ایده‌های خود شما و یادگیری در زمینهٔ الکترونیک است.

۳۱۰ مدار کتابی کاملاً ضروری برای یک‌یک **علاقمندان خلّاق دانش الکترونیک** است، خواه حرفه‌ای باشند و خواه مبتدی یا علاقمند تفنّنی.

۳۱۰ مدار برای نخستین بار حاوی **بخشی انحصاری دربارهٔ روبوتها** و روبوتیک است.



این کتاب به افراد زیر توصیه می‌شود:
کسانی که بطور تفنی به ساخت مدارها می‌پردازند،
تکنسین‌ها و همچنین مهندسین

۵۰ مدار تغذیه قابل ساخت و کاربردی
۵۰ راه حل و مدار پیشنهادی برای انواع پروژه‌ها
۵۰ ایده برای طراحی
۵۰ مدار بسیار کاربردی به همراه نقشه

با استفاده از ماژولها و مدارهای این کتاب، محصولات الکترونیکی خود را بسازید. دیگر نیازی نیست تا ساعتها وقت خود را صرف ساختن برخی مدارها کنید. از مدارهای طراحی شده در این کتاب، برای ساخت پروژه‌های خود کمک بگیرید و با استفاده از آنها به نتیجه مطلوب خود برسید؛ رقیبان شما ساعتها وقت صرف طراحی و تهیه این مدارها می‌کنند.
این کتاب شامل نقشه مدارهای چاپی نیز می‌باشد.

مراکز پخش:

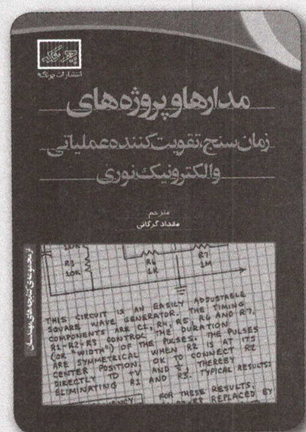
۱ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، کتابفروشی هنر ـ تلفن: ۶۶۴۹۲۲۴۲

۲ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، ساختمان جیبی، پلاک ۱۴۶۲، کتابفروشی عصر دانش ـ تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱

از همین ناشر



صدها مرجع الکترونیکی:
فرمول‌ها
جداول
نشانه‌های مدار
بسته‌های قطعات الکترونیکی
نکاتی درباره‌ی طراحی
نکاتی درباره‌ی آزمایش
شامل مدارهایی با استفاده از قطعات زیر:
دیودها
ترانزیستورها
FETهای قدرت
زنگ‌های پیزوالکتریک
مدارهای دیجیتال و منطقی پایه‌ای:
TTL
CMOS
میانا یا واسط



این پروژه‌ها را بسازید:
مولد جلوه‌های صوتی
تکانه‌ی طنین
مولد صدای جیرجیر
نوسان‌گر گیت‌دار
مولد پالس
بسامدسنج
چشمک‌زن LED
تقویت‌کننده‌ی صوتی
صداسنج
ترکیب‌کننده‌ی ضربه‌ای
فوتوفون (تلفن نوری)
مدارهای حساس به نور
و بسیاری موارد دیگر

مراکز پخش:

۱ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، کتابفروشی هنر. تلفن: ۶۶۴۹۲۲۴۲

۲ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، ساختمان جیبی، پلاک ۱۳۳۲، کتابفروشی عصر دانش. تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱